

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

Б. П. БОЧАРОВ
М. Ю. ВОЄВОДИНА

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
В ОСВІТІ

МОНОГРАФІЯ

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2015

УДК 004:378
ББК 73+74.58
Б86

Автори:

Бочаров Борис Петрович, кандидат технічних наук, доцент;
Воєводіна Марія Юріївна

Рецензенти:

Шляхов Владислав Вікторович, доктор технічних наук, професор кафедри вищої математики Харківського національного університету радіоелектроніки;

Ачкасов Анатолій Єгорович, доктор економічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту післядипломної освіти, заочного (дистанційного) навчання та підвищення кваліфікації, професор кафедри економіки підприємств міського господарства Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано до друку на засіданні Вченої ради
Харківського національного університету міського господарства
імені О. М. Бекетова,
протокол № 4 від 2 грудня 2013 р.*

Бочаров Б. П.

Б86 Інформаційні технології в освіті: монографія /
Б. П. Бочаров, М. Ю. Воєводіна; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва
ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. –
197 с.

ISBN 978-966-695-384-4

Монографія присвячена дослідженню інформаційних технологій в освіті та впровадженню їх у навчальний процес та систему керування навчальним закладом. Запропоновано підхід до вирішення задачі раціонального формування фонду бібліотеки навчального закладу. Наведена модель і методи управління розподіленою навчальною системою. Аналізується досвід використання запропонованих технологій.

УДК 004:378
ББК 73+74.58

ISBN 978-966-695-384-4

© Б. П. Бочаров, М. Ю. Воєводіна, 2015
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1.....	8
ОГЛЯД СТАНУ ПРОБЛЕМИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАДАЧ	
ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1 Характеристика автоматизованої навчальної системи як об'єкта управління	8
1.2 Огляд наявних методів і алгоритмів управління в автоматизованих навчальних системах	14
1.3 Аналіз наявних підходів до управління якістю освітніх послуг	15
1.4 Характеристика методів прийняття рішень в багатокритерійних задачах	18
1.5 Визначення задач досліджень	21
РОЗДІЛ 2.....	23
МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ РОЗПОДІЛЕНИМИ	
АВТОМАТИЗОВАНИМИ НАВЧАЛЬНИМИ СИСТЕМАМИ.....	23
2.1 Визначення ефективності навчальних впливів	23
2.2 Методи відновлення пропущених значень часового ряду	30
2.3 Формування актуальної множини питань у системі тестування знань	36
2.4 Використання адаптивної моделі учасника курсу, якого навчають, у системі тестування знань	40
2.5 Статистичний аналіз адекватності результатів тестування	45
2.6 Використання е-метрик у дистанційному навчанні.....	51
2.7 Система підтримки прийняття рішень під час управління розподіленою автоматизованою навчальною системою	59
РАЦІОНАЛЬНІ СТРАТЕГІЇ ФОРМУВАННЯ ФОНДУ ГІБРИДНОЇ	
БІБЛІОТЕКИ	63
3.1 Характеристика бібліотеки ВНЗ	63
3.2 Аналіз існуючих критеріїв оцінювання якості діяльності бібліотеки	70
3.3 Використання методу когнітивної карти під час побудови векторного критерію якості керування бібліотекою	72
3.3.1 Вибір найбільш значущих критеріїв, що характеризують функціонування бібліотеки	75
3.3.2 Алгоритм формування векторного критерію	80
3.3.3 Використання статистичних методів уточнення зв'язку між концептами.....	83
3.4. Змістове визначення задачі розподілу навчальної літератури	88
3.5 Математичне формулювання задачі розподілу навчальної літератури	93
3.6 Визначення ефективності використання фонду гібридної бібліотеки	101

РОЗДІЛ 4	109
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ	
СИСТЕМИ MOODLE.....	109
4.1 Використання таблиць	111
4.2 SQL-запити.....	113
4.2.1 Список курсів.....	113
4.2.2 Список категорій курсів	114
4.2.3 Кількість користувачів курсу.....	115
4.2.4 Активність користувачів курсу.....	116
4.2.5 Визначення викладачів курсу	116
4.3 Користувальницька бібліотека функцій.....	119
4.3.1 Функції роботи з файлами csv	123
4.3.2 Функції роботи з таблицями	124
4.3.3 Інші функції	132
4.4 Обробка інформації.....	133
4.4.1 Алгоритм роботи	135
4.4.2 Визначення викладачів кафедр	135
4.4.3 Визначення курсів викладача і викладачів курсу	138
4.4.4 Інформація про курси	141
4.4.5 Інформація про викладача	144
4.4.6. Категорії курсів	147
4.4.7 Виведення інформації про викладача	156
4.4.8 Виведення списку викладачів кафедри.....	161
4.4.9 Виведення списку курсів кафедри.....	166
ВИСНОВКИ	171
ДЖЕРЕЛА.....	184

ВСТУП

Сучасна освіта – багатокомпонентна. Вона передбачає не тільки набуття знань, але й оволодіння способами практичної діяльності, набуття творчого досвіду, ціннісних орієнтирів особистості.

Процес навчання сьогодні, окрім використання зусиль педагогів, має забезпечуватися технічно й технологічно. Глобалізація, перехід до науково-інформаційних технологій, формування «суспільства знань» істотно міняють суть освіти, зокрема уявлення про її якість.

Якісна освіта це не тільки сума засвоєних знань. В сучасному світі, де знання, технології оновлюються значно швидше, ніж змінюються покоління людей, і сам навчальний процес повинен бути спрямований не тільки на засвоєння базових знань, але й на формування у особистості потреби, умінь та навичок самостійно засвоювати нові знання і інформацію протягом всього життя та ефективно використовувати їх на практиці. Тільки в разі такого підходу до навчального процесу можна забезпечити конкурентноспроможність фахівця.

Окрім того, людина ХХІ століття в силу зв'язків глобалізаційного характеру перебуває в значно складнішому та суперечливішому соціальному й професійному середовищі. Із огляду на це під час навчання необхідно формувати такі риси, як толерантність, сприйняття інших культур, релігій, цінностей, уміння спілкуватися з їхніми носіями: людство стає не тільки глобалізованішим, але й ціліснішим. Усе це вимагає посилення мовної підготовки, знання мов та необхідно для ефективного й динамічного ознайомлення з новими відкриттями в науці, піонерськими розробками в техніці і новітніх технологіях, зробленими в інших країнах.

Важливим є ще й такий критерій якості освіти, як ступінь її відповідності природним здібностям кожної людини, особистісно-зорієнтоване спрямування освіти. Споконвічною метою та мрією педагогіки є максимальне використання можливостей освіти і виховання для розкриття природних здібностей кожної людини. Отже, необхідно максимально урізноманітнити, демократизувати й індивідуалізувати засоби і методи освіти. Важливим особистісним аспектом якості освіти є формування навичок самостійності й креативності. Формування такої особистості є обов'язковою передумовою демократичного розвитку будь-якого суспільства та успішності сучасної економіки, що потребує відповідальності й активності.

Підвищення якості освіти передбачає використання у навчальному процесі не тільки таких традиційних засобів, як підручники, але і нових сучасних засобів і методів навчання, пов'язаних із сучасними технічними можливостями. Наприклад, комп'ютери, які, з одного боку, уможливають використання додаткових пізнавальних здібностей особистості, а з іншого боку залучають до інфраструктури, що природно буде використовуватися надалі.

В ХХІ столітті людина живе і діє в умовах постійних змін. Динамізм, мінливість у різних сферах сучасного життя стає його невіддільною ознакою. Завдання ж освіти полягає в тому, щоб підготувати людину до адекватного продукування і сприйняття змін, до готовності вчасно відмовитися від старого досвіду і стереотипів. І це також є важливим складником якості сучасної освіти.

Перша інформаційна технологія, впроваджена авторами в навчальний процес ХНУМГ, була розроблена в 2002 році. Це система дистанційного тестування знань, що використовується і зараз, її адреса в мережі Інтернет – <http://lib-journal.ru/tests>.

У монографії узагальнюється десятирічний досвід (авторами опубліковано більше ніж 80 наукових праць) створення та використання в навчальному процесі інформаційних технологій.

У першому розділі зроблено огляд стану проблеми. Охарактеризовано автоматизовану навчальну систему як об'єкт управління, розглянуто наявні методи й алгоритми управління в автоматизованих навчальних системах. Проаналізовано підходи до управління якістю освітніх послуг і методи ухвалення рішень в багатокритерійних задачах. На підставі проведених досліджень сформульовано задачі дослідження.

У другому розділі розглянуто моделі та методи управління розподіленими автоматизованими навчальними системами.

Запропоновано інформаційну технологію визначення ефективності навчальних впливів (матеріали базуються на роботах авторів [88-90, 98, 99]), що використовує методи сингулярного спектрального аналізу часових рядів. Модель запам'ятовування навчального матеріалу відповідає часовому ряду, відновленому за методом сингулярного спектрального аналізу.

Розроблено інформаційну технологію визначення ефективності алгоритмів заповнення пропусків у часовому ряду результатів тестування знань методом сингулярного спектрального аналізу (матеріали базуються на роботах авторів [9, 84, 85, 88, 89, 100]). За допомогою імітаційного моделювання отримано статистичні оцінки ефективності досліджуваних алгоритмів.

Подано інформаційну технологію формування актуальної множини питань у системі тестування знань (матеріали базуються на роботах авторів [12, 15, 57, 65, 66, 102, 114, 119]).

Запропоновано інформаційну технологію використання адаптивної моделі людини, що навчається, у системі тестування знань (матеріали базуються на роботах авторів [10, 11, 57, 76, 102, 114, 119]).

Розроблено інформаційну технологію аналізу адекватності результатів тестування. Наведено результати статистичного аналізу, отримані на підставі матеріалів досліджень, що проводилися упродовж десяти років (матеріали базуються на роботах авторів [114, 119]).

Розроблено інформаційну технологію визначення раціонального розміру файлу, що містить навчальні матеріали. Для збору та аналізу даних технологія використовує метод *е-метрик* – електронних вимірювань (матеріали базуються на роботах авторів [71, 90, 114]).

Запропоновано інформаційну технологію підтримки прийняття рішень при управлінні розподіленою автоматизованою навчальною системою. Показано, що задача узагальненого математичного програмування, де на етапі порівняння альтернативних рішень порівнюються векторні критерії, найповніше на змістовному рівні описує процедуру ухвалення раціонального рішення при управлінні розподіленою автоматизованою навчальною системою (матеріали базуються на роботах авторів [34, 49, 56, 86, 88, 146]).

У третьому розділі розглянуто раціональні стратегії формування фонду гібридної бібліотеки.

Охарактеризовано бібліотеки вишів (використовуються роботи авторів [30, 34, 35, 42, 65, 77, 82, 87, 95-97, 146]).

Проведено аналіз існуючих критеріїв оцінювання якості діяльності бібліотеки (використовуються роботи авторів [42, 67, 74]).

Розроблено інформаційну технологію побудови векторного критерію якості управління бібліотекою з використанням методу когнітивної карти. Обґрунтовано вибір найбільш значущих критеріїв, що характеризують функціонування бібліотеки, визначено технологію формування векторного критерію, запропоновано технологію використання статистичних методів уточнення зв'язку між концептами (матеріали базуються на роботах авторів [51, 58, 57, 77]).

Наведено змістовну постановку задачі розподілу навчальної літератури і її математичне формулювання (матеріали базуються на роботах авторів [16-26, 29, 34, 43, 44, 53, 56, 64, 67, 69, 78, 82, 93]).

Наведено інформаційну технологію визначення ефективності використання фонду гібридної бібліотеки (матеріали базуються на роботах авторів [34, 43, 56, 93]).

У четвертому розділі розглянуто питання програмної реалізації розроблених авторами інформаційних технологій, в якості зразка розглянуто програмну реалізацію інформаційної технології статистичного аналізу в системі **Moodle** (матеріали базуються на роботах авторів [2, 13, 14, 16-28, 31-33, 36-41, 45-50, 52, 54, 55, 59-63, 68, 70-73, 79-81, 91, 92, 94, 131]).

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД СТАНУ ПРОБЛЕМИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Характеристика автоматизованої навчальної системи як об'єкта управління

Сучасну структуру вищої освіти, що формується, можна охарактеризувати за такими основними ознаками. По-перше, сучасна вища освіта повинна бути різнобічного та забезпечувати мобільність фахівця в умовах мінливої ринкової кон'юнктури. По-друге, освіта має базуватися на фундаментальних знаннях відповідно до профілю підготовки. По-третє, випускник вищого навчального закладу зобов'язаний опанувати сучасні інформаційні технології, які необхідні в будь-якій сфері діяльності. По-четверте, сучасний фахівець має бути обізнаний з історією, соціологією, політологією, філософією та іншими суспільними науками [105, 106].

Реалізувати викладені вище принципи вищої освіти, з урахуванням входження України в Болонський освітній процес, неможливо без широкого застосування математичних методів і прогресивних інформаційних технологій. Це, насамперед, стосується автоматизації процесів управління вищими навчальними закладами та їхніми мережами. Інформатизація навчального процесу також пов'язана з автоматизацією оцінюванням рівня знань, отриманих студентами з окремих дисциплін. І, нарешті, вона використовується під час дистанційного навчання [110].

Два останні з перерахованих вище напрямки інформатизації навчального процесу вимагають розроблення програмних засобів, які можуть використовуватися, як для вирішення завдань навчального процесу (тестування, розсилання навчальних матеріалів, організація навчального сайту, створення БД-знань, організація пошуку в них тощо), так і для більш загальних завдань (інтегрування навчальної системи в корпоративну систему управління ВНЗ, організація гібридної бібліотеки тощо).

На сьогодні вже розроблено багато електронних навчальних матеріалів, а саме електронні підручники, електронні навчальні посібники, автоматизовані навчальні системи тощо. Наявні електронні навчальні матеріали вирішують ті або інші завдання навчання більш або менш ефективно, що визначається, насамперед, ступенем керованості тими, хто навчається. На рисунку 1.1 подано схему класифікації автоматизованих засобів навчання з погляду управління навчальним процесом, що визначає рівень реалізації електронних навчально-методичних матеріалів відповідно до пріоритетів між тими, хто навчається, і системою, що використовується ними в процесі навчання [108].

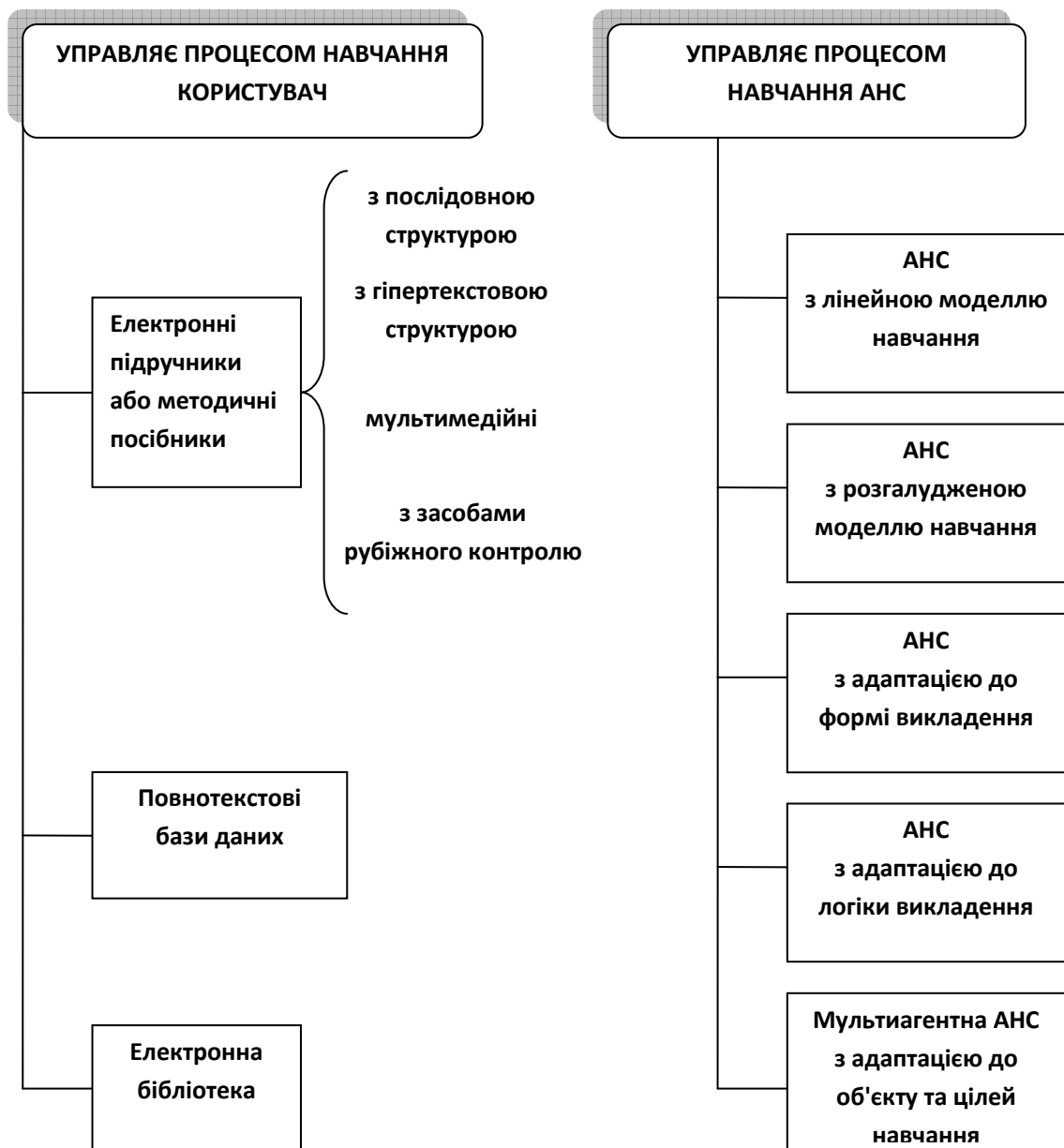


Рисунок 1.1 – Засоби навчання з точки зору управління навчальним процесом

З точки зору управління навчальним процесом усі навчальні системи можна розділити на дві групи [104]:

1. Навчальні системи, у яких процесом навчання керує користувач. Навчальна дисципліна або її розділ викладені відповідно до логічного розміщення на машинному носії в текстовому та графічному форматах. Та навчальні системи розрізняються за функціональністю, властивостями та способами їхньої реалізації (рис. 1.1).

2. Навчальні системи, що самостійно керують навчальним процесом. Вони містять виклад навчальної дисципліни або її розділу відповідно до логічного розміщення на машинному носії в текстовому, графічному, аудіо та відео форматах. Наприкінці кожної частини викладу навчальної дисципліни в таких системах учасники курсу виконують контрольні

завдання. На відміну від систем першої множини, у цих системах відповіді та дії того, хто навчається, впливають на подальший хід процесу навчання. Ступінь управління навчальним процесом прямо залежить від ступеня адаптації системи під конкретного учасника курсу, тому навчальні системи такої групи розділяються на підгрупи за ступенем їхньої адаптивності та способами реалізації адаптації (рис. 1.1).

Схема процесу навчання в АНС така: тому, кого навчають, пропонується частина навчальної інформації (НІ), дається контрольне завдання, здійснюється перевірка правильності відповідей і визначається наступна порція НІ. У разі лінійної схеми навчання план навчання задається розроблювачами заздалегідь, із розрахунком на середнього учасника курсу, і не коректується в процесі навчання. Трохи пізніше, були реалізовані розгалужені (більш складні) схеми навчання, у яких учасники курсу були розділені на групи і план навчання задавався для кожної групи окремо, з розрахунком на середнього учасника курсу цієї групи. Характеристикою учасника курсу є номер його групи або оцінка. Приналежність учасника курсу до групи або оцінка визначається тільки за його відповідями. Метод дає змогу реалізувати такі схеми: вхідна мова діалогового компонента достатня для прийняття відповідей учасника курсу, а програма, що керує бібліотекою, здатна викликати програми розрахунку оцінок учасників курсу і обрати наступний етап навчального процесу.

АНС із розгалуженими схемами навчання дають змогу задавати план навчання індивідуально для кожної групи учасників курсу, однак такі плани навчання теж розраховані на середнього учасника курсу, але вже для усієї групи. Дослідники дійшли висновку, що для ефективного управління таким складним об'єктом, як учасник курсу, для якого неможливо заздалегідь створити точної та повної траєкторії навчання, необхідно індивідуалізувати процес навчання, а для цього в систему необхідно внести відомості про учасників курсу, що навчаються, про предметне середовище, яке вивчається в усьому курсі, та можливості управління навчальним процесом [129].

Для більшої ефективності управління учасниками курсу дослідникам необхідно було глибше вивчити поняття «адаптації» [107, 109]. Адаптація, як процес пристосування до об'єкта управління, має кілька ієрархічних рівнів, що співвідносяться з різними етапами управління учасниками курсу, а саме:

1. Параметрична адаптація, реалізується шляхом співвідношення значень параметрів моделі того, кого навчають, з його наявним станом.

2. Структурна адаптація реалізується шляхом переходу від однієї структури до іншої. Структури повинні бути взаємопов'язаними, але вони мають відрізнятися набором параметрів і зв'язків між ними. Наприклад, у разі використання розгалуженої схеми навчання для кожного типу учасника курсу визначається відповідна модель, що структурно відрізняється від моделей інших типів учасників курсу. Така структурна

адаптація називається адаптацією за статичною структурою. Іншим видом реалізації структурної адаптації є адаптація за функціональною структурою, що передбачає зміну функцій управління програмою навчання, тобто зміну схеми взаємодії системи учасника курсу. Функціональна структурна адаптація і адаптація за статичною структурою також можуть бути реалізовані системами «без пам'яті» і системами «з пам'яттю».

3. Адаптація об'єкта управління. Будь-який об'єкт представлений у системі обмеженою моделлю, всі параметри, що належать до моделі, і структури вважаються зовнішнім середовищем. Така адаптація реалізується шляхом розширення моделі внаслідок внесення нових параметрів або структур із зовнішнього середовища.

4. Адаптація цілей, реалізується шляхом вибору нової множини цілей з множини можливих, означених апіорі в системі. Усі попередні рівні адаптації спрямовані на досягнення цілей, визначених стосовно системи.

Для реалізації всіх розглянутих рівнів адаптації в моделях з розгалуженою схемою навчання не вистачало «знань» про учасників курсу, що навчаються. Це спричинило створення моделей навчання, у яких для управління процесом навчання використовуються моделі учасника курсу, експертні знання про предмет вивчення та педагогічні методи. Такий підхід був реалізований у 1982 році, коли з'явилися нові структури навчальних систем на базі методу експертних систем (ЕС).

Головною відмінністю цієї моделі навчання та попередніх є можливість не визначати заздалегідь послідовність кроків навчання, тому що це передбачається самою системою в процесі її функціонування, що дає змогу скласти для кожного учасника курсу, якого навчають, індивідуальний план навчання.

Такі навчальні системи здатні виконувати параметричну і структурну адаптацію. Однак, у випадку виникнення завдання, для вирішення якого в системі не достатньо знань, воно залишається невирішеним. Це свідчить про недостатність параметрів у структурі моделей учасника курсу або про невідповідність мети системи і цілей об'єкта навчання. У таких системах експертні знання про предмет і методи вивчення повинні бути повними, проектуватися завчасно та у процесі навчання не змінюватися. Крім того, робота системи спрямована на досягнення однієї фіксованої, заздалегідь визначеної мети навчання. Це унеможливорює реалізацію адаптації цілей навчання, і тим більше адаптацію об'єкта навчання [109, 117, 121].

У межах мультиагентного підходу розглядається можливість реалізації адаптації всіх рівнів, що дає змогу забезпечити управління об'єктом – учасником курсу, якого навчають, на всіх етапах процесу навчання.

Базою для такого підходу є побудова системи як сукупності агентів (агенти користувача, викладача, лекцій і навіть окремих об'єктів знань –

визначень понять і правил, задач, методів, результатів, лабораторних робіт, коментарів тощо) [147]. Кожний з агентів має семантичний опис своєї сфери діяльності (свою структуру, свою базу знань) і відповідає експертній системі з традиційною структурою [104]. Агент має всі властивості експертних систем і пам'ять своєї діяльності. Основна ідея застосування агентів полягає в тому, що кожен агент має власні ресурси для досягнення цілей, взаємодії з іншими агентами і передбачення конфліктів із цілями інших агентів для досягнення загальної мети. Це дає змогу вільно обирати цілі, які переслідуються об'єктом управління, і, відповідно до цілей, – той еталон (представлений відповідним агентом), відповідність до якого досягається моделлю учасника курсу, якого навчають, на поточний період.

Рушійною силою систем, заснованих на мультиагентному підході, є здатність агентів вести переговори. До того ж їхня комунікація заснована на семантичних повідомленнях (найвищого рівня), а не на заздалегідь визначених повідомленнях нижчого порядку [124]. Переговори необхідні для одночасного виконання функцій агентів, коли різні агенти, можливо, мають різні взаємовиключні цілі і наміри, різні можливості своїх віртуальних світах, мають різну інформацію. Питання щодо взаємодії різних за структурою агентів вирішуються шляхом застосування відповідної мови комунікації агентів (ACL) і мови обміну інформацією, які дають змогу цим агентам ефективно «розуміти» один одного, незважаючи на різницю в підходах до їхньої побудови та функціонування.

Мультиагентна система реалізує розподілене управління, що може бути як централізованим, так і децентралізованим.

Централізоване управління виконується центральним пристроєм управління, що формує колективи агентів і розподіляє всі завдання що виникають, між агентами колективу [124].

При децентралізованому управлінні використовуються різні варіанти реалізації систем, зокрема «контрактна система» управління [104]. У разі застосування такого підходу вершинами мережі агентів є множина незалежних керуючих агентів (виконавців), у яких мають інформація про те, які задачі вони зможуть розв'язувати, які засоби використовувати, з якими агентами та як взаємодіяти під час вирішення задачі. У разі виникнення конкретної задачі відбуваються переговори між агентами та з'ясовується, який агент яку частину задачі може розв'язати. За допомогою такого процесу розподіляються розв'язки задач. Усі агенти незалежні, тобто вихідний стан графу до початку розв'язування задачі оновить собою ізольовані одна щодо одної вершини. Усі зв'язки встановлюються тільки в процесі функціонування системи під час розв'язування задач. Використання такого підходу перешкоджає відсутності ефективного глобального управління роботою цієї системи, хоча такий підхід є гнучким і передбачає модифікованість навчальної системи.

Отже, для кожної конкретної задачі визначається певна група агентів, що свідчать про зміну структури та цілей головної системи

залежно від визначеного завдання. Формуючи групи агентів для вирішення завдань навчання, можна реалізувати будь-який рівень адаптації, тому що ця процедура передбачає формування структури системи, уявлення про об'єкт управління, тобто учасника курсу, якого навчають, і цілей навчальної системи, що адаптуються до цілей, переслідуваних на цей момент об'єктом управління.

За принципами використання програмні засоби навчального призначення умовно можна розділити на навчальні системи знань про конкретну предметну область, і інструментальні системи, призначені для використання їхніх даних про певну предметну область із метою створення навчальної системи [1, 6]. Найбільш перспективними, з погляду співвідношення кінцевого результату й трудовитрат на створення та підтримку, є інструментальні системи, які прийнято називати автоматизованими навчальними системами (АНС) [3, 5, 6]. Основними перевагами АНС є такі:

- можливість використання індивідуального навчання;
- інтенсифікація навчання;
- індивідуальна адаптація курсу навчання до потреб тих, кого навчають, або умов навчання;
- можливість використання й тиражування передового досвіду;
- підвищення рівня доступності освіти;
- навчання навичкам самостійної роботи;
- звільнення викладача від ряду рутинних, повторюваних дій (читання лекцій, перевірка контрольних робіт тощо);
- можливість використання під час дистанційного навчання, перепідготовки й підвищення кваліфікації.

Розвиток обчислювальних мереж і телекомунікаційних технологій АНС дав змогу вийти на новий рівень. Підчас переходу від локальних навчальних систем до розподілених якісно змінюються функціональні можливості навчальної системи. Організація розподілених АНС (РАНС) вимагає опрацювання мережних аспектів роботи системи, пов'язаних з наданням віддаленого доступу до системи, підтримкою розподілених даних і об'єднанням мережних ресурсів для вирішення визначених завдань. Підчас створення РАНС важливим завданням є організація контролю знань. Більшість наявних АНС і систем контролю знань мають обмежену кількість форм подання відповідей і двобальну систему оцінювання. Це обумовлено простотою аналізу вибіркового відповідей і відсутністю формальних методів аналізу та диференційованої оцінки відповідей учасників курсу, яких навчають, на контрольні питання. Однак такий підхід обмежує можливості розроблювача курсу щодо використання різних варіантів тестових питань і аналізу відповідей учасників курсу, яких навчають.

Проблема оцінювання якості освіти по суті справи не має досить аргументованої формалізації. Зазвичай під якістю освіти має на увазі

кадровий і матеріально-технічний потенціал з одного боку та успішність випускників – з іншого. Такий підхід у значній мірі є багатокритерійним, а тому суб'єктивним, оскільки вимагає використання експертних методів.

1.2 Огляд наявних методів і алгоритмів управління в автоматизованих навчальних системах

Найважливішими особливостями сучасних комп'ютерних технологій навчання є процеси індивідуалізації, інтелектуалізації та веб-орієнтованості традиційних навчальних систем, програм і технологій, що в значній мірі визначається практичним використанням під час їхнього розроблення методів і засобів штучного інтелекту (ШІ), зокрема експертних систем (ЕС) та інтегрованих експертних систем (ІЕС), а також успіхами бурхливо прогресуючої технології навчання через веб.

Розвиток науки, техніки і технологій вимагає від системи вищого освіти вирішення таких завдань [101, 103, 153, 154]:

- підготовка висококваліфікованих інженерних кадрів;
- забезпечення мобільності інженерів, викладачів і студентів;
- удосконалення процедури оцінювання освітніх програм і діяльності вищих навчальних закладів.

Вищі навчальні заклади світу створюють свої системи гарантій якості освіти, що відповідають вимогам суспільства, особистості та держави. У системах забезпечення якості вищого освіти важливу роль відіграють методи оцінювання якості освіти та підготовки фахівців у ВНЗ [113].

Спеціалізована акредитація (професійна) – це оцінювання окремих освітніх програм та діяльність ВНЗ щодо підготовки фахівців певних професій.

Інституційна акредитація – це оцінювання навчального закладу загалом, як суспільного інституту. Ця система колективної саморегуляції для збереження балансу між правами та обов'язками навчальних закладів.

Стандарти (показники) інституційної акредитації є змістовою основою виміру ефективності діяльності університету відповідно до свого призначення. Спочатку використовуються кількісні показники (чисельність професорсько-викладацького складу, ресурси бібліотеки, устаткування лабораторій, фінанси тощо), які дають змогу співставити та оцінити роботу університетів. У перші десятиліття XX століття використалися кількісних показників дало змогу упорядкувати систему вищої освіти в США.

Однак пізніше ці стандарти були піддані гострій критиці з боку адміністрацій ВНЗ, а їхні автори обвинувачені в «стандартизації» освіти. Регіональні агентства з акредитації ВНЗ відмовилися від використання кількісних стандартів, сам термін «стандарти» був замінений на термін «критерії». Критерії зазвичай мають описовий характер і передбачають не кількісну, а експертну оцінку [110, 101, 103, 153, 154].

КРИТЕРІЇ ІНСТИТУЦІЙНОЇ АКРЕДИТАЦІЇ, ПЕРЕДБАЧАЮТЬ

- цілісність університету;
- цілі, планування та ефективність;
- управління та адміністрування;
- освітні програми;
- професорсько-викладацький склад і обслуговуючий персонал;
- бібліотека, комп'ютери та інші джерела інформації;
- обслуговування студентів і забезпечення умов для освіти;
- матеріальні ресурси, приміщення, устаткування;
- фінанси.

Рівень акредитації університету свідчить, що у нього наявні:

- обґрунтовані цілі;
- необхідні для досягнення цілей ресурси;
- докази досягнення цілей;
- перспективи досягнення цілей у майбутньому.

Спеціалізована акредитація зазвичай вивчає тільки змістову сторону процесу навчання:

- фундаментальні знання;
- спеціальні знання;
- практичні навички;
- навички проектування;
- використання комп'ютерів.

1.3 Аналіз наявних підходів до управління якістю освітніх послуг

Підчас реформування вищої школи увага акцентується на необхідності створення внутрішніх щодо ВНЗ систем якості та визначення критеріїв оцінювання якості освіти відповідно до мінливих зовнішніх умов суспільного середовища. Проблема оцінювання якості освіти існувала завжди, і тільки в останні роки почали застосовуватися системний комплексний підхід що до її вирішення. Відповідно до вимог ЮНЕСКО, є три чинники освітньої діяльності, що найбільш істотно впливають на якість вищої освіти [153, 154]. По-перше, це якість персоналу, що передбачає високий рівень академічної кваліфікації викладачів і наукових співробітників ВНЗ, та якість освітніх програм, що забезпечується сполученням відповідного рівня викладання та проведення досліджень, їхньою відповідністю суспільному попиту. По-друге, це якість підготовки студентів, що в умовах, коли вища освіта набула масового характеру, може бути досягнута тільки шляхом диверсифікації освітніх програм, подолання багатопланового розриву, що існує між середньою і вищою освітою, і підвищення ролі механізмів учбово-професійної орієнтації та мотивації молоді. І, нарешті, по-третє, це якість інфраструктури та «фізичного навчального середовища» вищих навчальних закладів, яка охоплює «всю сукупність умов» їхнього функціонування, зокрема комп'ютерні мережі та сучасні бібліотеки, що може бути забезпечена шляхом відповідного

фінансування, можливого тільки у разі збереження державного підходу до вищої освіти як до загальнонаціонального пріоритету.

ВНЗ, зі свого боку, дедалі більше залежать від якості підготовки студентів, якщо брати до уваги такі фактори, як ріст конкуренції між ВНЗ; вплив ринку праці та вимог роботодавців; зацікавленість самих студентів у якісній (особливо, якщо вона контрактна) освіті та отримання високого рівня знань, умінь та навичок; обмін студентами на міжнародному рівні, зокрема навчання за кордоном; нарешті, систематичне проведення зовнішнього оцінювання якості освіти [101, 103].

Отже необхідною є така методика оцінювання якості освіти, що визначається не тільки оцінками у дипломі студента, а дає об'єктивну картину знань студентів, їхньої здатності реалізувати отримані знання на практиці. Методика оцінювання якості знань студента повинна враховувати також його здатність до сприйняття новацій, прагнення до подальшого вдосконалення себе як особистості.

Традиційно якість освіти визначається її відповідністю певному стандарту. У такому разі головним завданням є формування відповідного стандарту якості і розроблення процедури визначення. Одним з аспектів концепції якості є управлінський аспект. Тільки з урахуванням усього аспекту можна визначити рівень якості освіти [113].



Рисунок 1.2 – Системи оцінювання якості вищої освіти

Історично сформувалися декілька моделей акредитації освітніх установ і програм «англійська модель», базується на самооцінці академічного співтовариства ВНЗ, «французька модель» – на зовнішній

оцінці ВНЗ з погляду його відповідності суспільним і державним вимогам, а також різні їхні комбінації. «Американська модель», мабуть, є найбільш вдалим поєднанням «англійської» і «французької» моделей.

Контроль за рівнем знань студентів передбачає застосування творчих зусиль викладача у двох напрямках. З одного боку, контроль – це об'єкт практичної діяльності лектора; за допомогою контролю виявляються переваги та недоліки обраних методів навчання.

З іншого боку, контроль – це об'єкт науково-дослідної діяльності викладача, тому що під час здійснення контролю встановлюється взаємозв'язок між досягнутим і планованим рівнем знань студентів, може бути отримана об'єктивна інформація для прийняття рішень щодо управління процесом освіти; аналіз результатів контролю в різних групах і у різних викладачів дає змогу вдосконалити дидактичну систему тестування студентів відповідно до особливостей циклів дисципліни.



Рисунок 1.3 – Суб'єкти та об'єкти системи оцінювання якості освіти

Однією з необхідних умов застосування контролю знань викладачі називають безпосереднє (очне) спілкування зі студентами, що є підставою для таких міркувань. Процес формування об'єктивної, з погляду викладача, оцінки рівня знань студента здійснюється дуже індивідуально і, по суті, суб'єктивно. До того ж критерії оцінювання рівня знань студентів у кожного викладача різні і базуються на ступені компетентності в предметній області, на особистому педагогічному досвіді, володінні методиками психологічної діагностики досягнутого рівня якості знань і потенційних творчих здібностей студентів [108, 121]. Крім того, кожний викладач ВНЗ має індивідуальні подання характеристики особистості

студента, серед них дисциплінованість, вимогливість, працездатність, ретельність, відповідальність, ініціативність, активність, спроможність до НДР і технічної творчості.

1.4 Характеристика методів прийняття рішень в багатокритерійних задачах

Необхідність удосконалювання господарського механізму, планування, усебічної раціоналізації управління обумовили бурхливий розвиток нових інформаційних технологій, що базується на фактичних можливостях електроніки, ресурсах пам'яті та швидкості роботи. У разі технологічного використання ЕОМ основні потоки інформації зосереджуються всередині ЕОМ, а людина отримує відповідним чином структуровану та агреговану інформацію в мінімальних обсягах, необхідних для вибору та прийняття рішення. Передбачається не тільки наявність розвиненого інтерфейсу комп'ютерних систем і вміння адміністративного персоналу безпосередньо вступати в діалог з ЕОМ, але й відповідна підготовка середовища використання. У нових інформаційних технологіях [116] окреслилася тенденція до побудови моделей досліджуваних об'єктів і подолання під час прийняття рішень таких перешкод, як недостатня гнучкість цих моделей і труднощі відродження в них динаміки та багаторівневості управління. Ефективними засобами моделювання предметних областей є прикладні системи, що створюються на базі накопиченого досвіду. Характерною рисою таких систем є наявність моделі предметної області, що описує властивості оброблюваних об'єктів і відношення між ними та звільняє користувача від необхідності розроблення алгоритмів розв'язання задач на ЕОМ.

Принципово нові досягнення в технології обробки інформації, прикладній математиці та кібернетиці пов'язані зі створенням особливих людино-машинних систем, що призначені для накопичення і обробки в ЕОМ знань, необхідних для вирішення складних практичних завдань. Це так звані системи знань.

Створення систем знань, що дають змогу вирішувати важливі завдання в різних галузях науки і техніки, для раніше були доступні тільки експертам, стало можливим на певній стадії розвитку досліджень зі штучного інтелекту. До найбільш важливих практичних результатів цих досліджень, що оказали значно вплинули на розвиток прикладних систем знань, належить розроблення методів подання знань і прийняття рішень.

Їх необхідно застосовувати в складних ситуаціях, коли прийняття невдалого рішення спричиняє серйозні втрати, під час планування та експлуатації складних технічних і організаційних систем.

Сучасна теорія вибору рішення є своєрідним узагальненням методів і моделей, що виникли в різних наукових дисциплінах. Огляд літератури, що висвітлює досягнення в цій сфері, свідчить, що традиційним є підхід, який припускає можливість такого структурування вихідних змістових

завдань, за яких критерій вибору набуває певного виду. Наприклад, у задачах математичного програмування множина розв'язків задається за допомогою спеціальних обмежень, а критерій вибору – як цільова функція, що має певну форму. У цьому разі оптимальне рішення відповідає екстремальному для цільової функції.

В [143] розроблені обчислювальні методи багатокритерійної оптимізації, що дають змогу обрати компромісний розв'язок. Кожний такий компромісний розв'язок спричиняє появу науки функцій вибору на множині об'єктів, які потрібно порівняти та оцінити. Довільна функція вибору ставиться у відповідність до механізму вибору – це багатокрокова схема узагальненого математичного програмування. Цей механізм дає змогу з будь-яким заданим ступенем точності реалізувати рішення. Підхід до вибору раціонального вирішення складних ситуацій може бути таким:

- формується часткова функція вибору, що відображає накопичені знання й досвід прийняття раціональних рішень у досліджуваному класі ситуацій;

- для поповнення часткової функції вибору розробляється множина аксіом (інтуїтивно прийнятих можливих властивостей поняття «раціональний вибір»);

- внаслідок діалогу фахівця з теорії прийняття рішень із ОПР із вихідної множини аксіом обирається деяка підмножина, логічно не суперечливу систему аксіом, що характеризує ставлення ОПР до концепції раціональності в досліджуваному класі проблем. Ця система повинна бути погоджена з вихідною частковою функцією вибору;

- для раціонального вибору рішення функції вибору ставиться у відповідність багатокрокова схема узагальненого математичного програмування.

При такому підході буває важко проаналізувати наслідки вибору, проаналізувати рішення. А в слабо структурованих задачах, коли важливіша роль грає досвід і інтуїція ОПР, це буває особливо важливо. В [125] пропонується підхід, при якому ці властивості ОПР мають важливе значення для побудови моделі. Усяка можлива дія, що відповідає якомусь альтернативному рішення, спричиняє наслідки, які характеризуються певним набором деяких властивостей, факторів або показників. Обирається те рішення, наслідки якого мають найкращий, з погляду ОПР, набір зазначених властивостей. Отже, аналіз рішень у цьому разі є необхідним елементом під час прийняття рішень.

Застосування методів теорії прийняття рішень у складних ситуаціях передбачає активне використання обчислювальної техніки. Особливо ефективно це в системах, призначених для допомоги ОПР під час аналізу сформованої ситуації. В [4, 7, 8, 83, 112, 126-134] розглядаються системи підтримки прийняття рішень, зокрема ті, у яких надаються поради, а також експертні. Призначення таких систем можна визначити так: за запитом формується та видається порада ОПР щодо поведінки в складній ситуації. Схема взаємодії системи й об'єкта надана на рисунку 1.4.

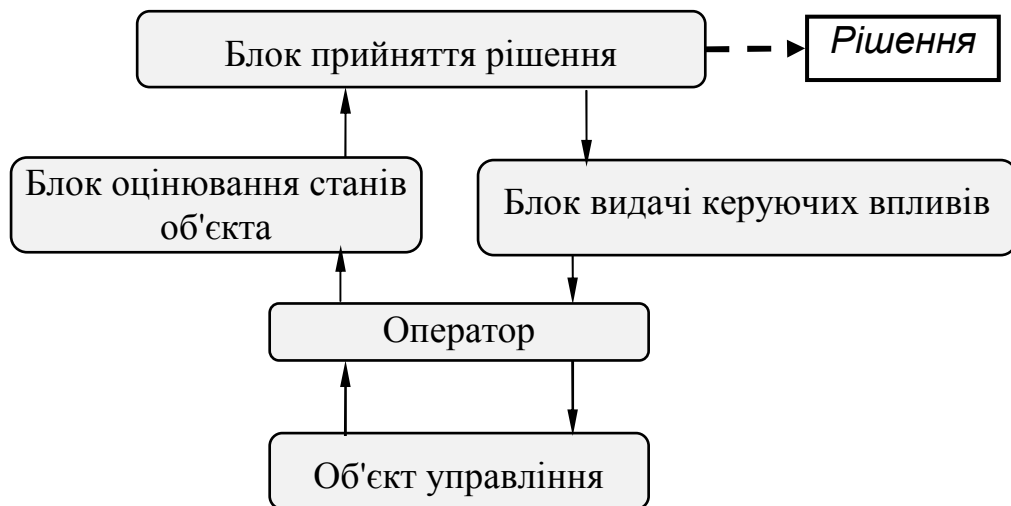


Рисунок 1.4 – Схема прийняття рішення

В [142] пропонується інтерактивний метод розв'язування задач багатокритерійної оптимізації, який ґрунтується на побудові на кожному кроці поліпшуючого напрямку, уздовж якого розміщуються оптимальніші для ОПР розв'язки. Для визначення поліпшуючого напрямку за інформацією ОПР про його переваги, формується і розв'язується спеціальна задача лінійного програмування. Уздовж цього напрямку ОПР і обирає найоптимальніший розв'язок.

Цікавий підхід до розв'язання багатокритерійних задач розроблений в [123]. Пропонується метод, у якому як пробні точки в просторі параметрів використовуються точки рівномірно розподілених послідовностей, і під час діалогу ОПР, оперуючи значеннями критеріїв і змінюючи параметри задачі, визначається оптимальний розв'язок.

Оскільки структуру кожної задачі прийняття рішення визначають властивості її предметної області, то в кожному конкретному випадку виникає необхідність визначення адекватного апарата, що дає змогу коректно сформулювати задачу та обрати способи її розв'язання. Отже, для постановки і розв'язання задачі управління розподіленою навчальною системою необхідно дослідити методи оцінювання ефективності її функціонування з погляду загальносистемного підходу, визначити та класифікувати критерії оцінювання якості автоматизованого управління розподіленою навчальною системою, адаптувати моделі і методи теорії прийняття рішень до цієї предметної області [144, 145].

1.5 Визначення задач досліджень

Функціональне призначення сучасної розподіленої навчальної системи полягає в інформаційно-бібліотечному забезпеченні навчального, виховного й науково-дослідного процесів, а також системи управління освітньою установою. В огляді літератури щодо проблеми функціонування розподіленої навчальної системи розглядаються різні підходи до опису засобів навчання, а саме: з погляду управління навчальним процесом із погляду управління якістю освіти. Розподілена автоматизована навчальна система визначається як система цілеспрямована. Для автоматизованого управління сучасною бібліотекою можна застосовувати узагальнену процедуру прийняття рішень (синтез абстрактної системи, що забезпечує досягнення визначеної мети).

Аналіз численних наукових публікацій, міжнародних стандартів і керівництв щодо сучасної практики управління розподіленою автоматизованою навчальною системою доводить, що метою такого управління зазвичай є підвищення якості освіти.

Огляд літератури з теорії і методів прийняття рішень надає різні підходи до формулювання й розв'язання багатокритерійних задач. Для слабоструктурованих задач, до яких належить і задача вибору кращої стратегії управління розподіленою навчальною системою, проблема пошуку раціонального розв'язання є концептуальною, а не обчислювальною. Оскільки структуру кожної задачі прийняття рішень визначають властивості її предметної області, то в кожному конкретному випадку виникає необхідність визначення адекватного апарата, що дає змогу коректно сформулювати задачу та визначити способи її розв'язання. Дослідження сучасного стану теорії прийняття рішень доводять, що методологія створення систем підтримки прийняття рішень для сучасних навчальних систем розроблена недостатньо.

Дослідження міжнародної практики управління розподіленими автоматизованими навчальними системами, сучасного стану їхньої автоматизації, а також теорії прийняття рішень доводять, що адаптація моделей і методів теорії прийняття розв'язків у багатокритерійних задачах для цієї предметної області дає змогу вирішити актуальне науково-прикладне завдання – створити моделі, методи, алгоритмічний і програмний інструментарій людино-машинної інтерактивної системи підтримки прийняття рішень, призначеної для раціонального управління розподіленими автоматизованими навчальними системами, що уможливить поліпшення якості інформаційного забезпечення навчального процесу у ВНЗ та збільшить ефективності цього процесу.

Отже монографія покликана вирішити такі задачі.

1. Дослідити критерії та показники, за допомогою яких, на базі статистичних даних про навчальний процес, можна кількісно оцінити зміст і якість вищої технічної освіти.

2. Здійснити дослідження наявних моделей, методів і алгоритмів автоматизованого управління розподіленою автоматизованою навчальною системою.

3. Побудувати математичні моделі, що адекватно відображають процедури прийняття рішень під час управління різними освітніми процесами.

4. Створити ефективні процедури підтримки прийняття рішень під час управління розподіленою автоматизованою навчальною системою та реалізувати їх як пакет програмних засобів.

5. Апробувати ефективність розробленого алгоритмічного й програмного забезпечення в реальних умовах і відпрацювати рекомендації щодо його застосування.

РОЗДІЛ 2

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ РОЗПОДІЛЕНИМИ АВТОМАТИЗОВАНИМИ НАВЧАЛЬНИМИ СИСТЕМАМИ

2.1 Визначення ефективності навчальних впливів

У зв'язку з переходом до кредитно–модульної системи навчання, обумовленої входженням України до Болонського освітнього процесу, навчальний процес має стати більш структурованим і змістовним. У наш час можливості збільшення строків навчання та обсягу навчального матеріалу практично вичерпані. Тому, проблему диференціації навчального матеріалу можна розглядати тільки в єдності з інтеграцією. У цих умовах особливо актуальною стає оцінка ефективності процесу навчання. Можливість чисельно оцінити ефективність навчальних планів передбачає широке застосування математичних методів і прогресивних інформаційних технологій, без яких проблема оцінювання якості освіти не має аргументованої формалізації.

Для визначення ефективності навчальних впливів пропонується розв'язання задачі методами сингулярного спектрального аналізу часових рядів. Модель запам'ятовування навчального матеріалу відповідає часовому ряду, відновленому за методом SSA. Розглянуті електронні методики вимірів (е-метрики) дають змогу провести чисельно проаналізувати ефективність роботи освітнього сайту.

На процес осмисленого запам'ятовування впливають такі фактори, як структура матеріалу, створення асоціативних зв'язків між поняттями, частота використання понять [120]. Але не тільки логічність викладу впливає на запам'ятовування матеріалу. Відомо [122, 149], що процес засвоєння та забування інформації можна надати у вигляді кривої, яка зображена на рисунку 2.1.

Зростаюча частина кривої відображає процес сприйняття, спадаюча – забування. Час, що відповідає найбільшому обсягу інформації та який перебуває в пам'яті (T) – це час закінчення викладу матеріалу. Відразу після цього починається процес забування.

При $t \rightarrow \infty$ функція $\varphi \rightarrow 0$, що відповідає повному забуванню інформації за досить великий проміжок часу.

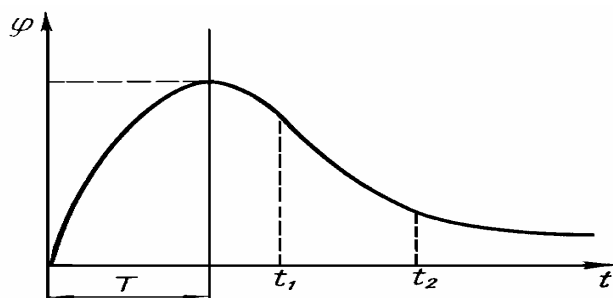


Рисунок 2.1 – Процес засвоєння й забування інформації

Важливу роль у запам'ятовуванні відіграє періодичне повторення інформації, що відбувається під час самостійної роботи, на лабораторних і практичних заняттях, а також у разі кількаразового посилення лекторів на знайомий матеріал [111]. Для збільшення значення ϕ наприкінці семестру навчальні впливи протягом часу вивчення курсу варто розподілити раціонально, тому що можливості їх кількісного росту досить обмежені. (Навчальні впливи – це лекції, практичні або лабораторні заняття, самостійна робота, читання навчальної літератури, тобто – все те, що перешкоджає процесу «забування». Цікавим, насамперед є вплив активних навчальних факторів – аудиторних занять).

Для визначення ефективності навчальних впливів пропонується використати метод *Singular Spectrum Analysis* (SSA), описаний в [98, 99, 150].

Нехай заданий часовий ряд $F = \{f_0, f_1, \dots, f_{N-1}\}$. Потрібно виділити окремі адитивні складові вихідного ряду, такі як тренд (гладка та повільно змінна частина ряду), різні коливальні та періодичні компоненти, а також шумову компоненту.

Для одномірного часового ряду базовий метод SSA складається з наступних кроків:

- 1) перетворення вихідного одномірного ряду в багатовимірний, який описується траєкторною матрицею;
- 2) сингулярне розкладання отриманої траєкторної матриці;
- 3) групування членів розкладання;
- 4) наступне відновлення (отримання тренду).

Опишемо кроки докладніше.

Крок 1. Виконаємо процедуру вкладення, тобто перетворення вихідного одномірного ряду F в послідовність L -вимірних векторів, кількість яких, за умовою, $K = N - L + 1$, дорівнює:

$$X_i = (f_{i-1}, \dots, f_{i+L-2})^T, 1 \leq i \leq K. \quad (2.1)$$

Ці вектори утворюють траєкторну (ханкелеву) матрицю $\mathbf{X} = [X_1 : \dots : X_K]$ ряду F :

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} f_0 & f_1 & f_2 & \cdots & f_{K-1} \\ f_1 & f_2 & f_3 & \cdots & f_K \\ f_2 & f_3 & f_4 & \cdots & f_{K+1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{L-1} & f_L & f_{L+1} & \cdots & f_{N-1} \end{pmatrix}, \quad (2.2)$$

Крок 2. Отримаємо сингулярне розкладання траекторної матриці ряду. Розглянемо матрицю:

$$\mathbf{S} = \mathbf{X}\mathbf{X}^T. \quad (2.3)$$

Оскільки \mathbf{S} позитивно напіввизначена, її власні числа не негативні. Позначимо через $\lambda_1, \dots, \lambda_L$ власні числа матриці \mathbf{S} , взяті в порядку спадання ($\lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_L \geq 0$) й через U_1, \dots, U_L ортонормовану систему власних векторів матриці (2.3), що відповідають цим власним числам. Отримуємо функцію:

$$V_i = \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} \mathbf{X}^T U_i \quad (i = 1, \dots, d), \quad (2.4)$$

де $d = \max\{i, \text{таких, що } \lambda_i > 0\}$; посилити усі позначення.

Ортонормовані вектори V_i (т. зв. факторні) є власними векторами матриці $\mathbf{X}^T \mathbf{X}$, що відповідають тим же власним числам λ_i .

$\sqrt{\lambda_i}$ – сингулярні числа,

U_i і V_i – ліві та праві сингулярні вектори матриці \mathbf{X} відповідно.

Отримаємо сингулярне розкладання траекторної матриці:

$$\mathbf{X} = \mathbf{X}_1 + \dots + \mathbf{X}_d, \quad (2.5)$$

де $\mathbf{X}_i = \sqrt{\lambda_i} U_i V_i^T$.

Кожна з матриць \mathbf{X}_i має ранг 1. Тому їх можна назвати елементарними матрицями. $(\sqrt{\lambda_i}, U_i, V_i)$ – i -я власна трійка сингулярного розкладання.

Крок 3. На основі розкладання (2.5) процедура групування ділить всю множину індексів $\{1, \dots, d\}$ на m непересічних підмножин I_1, \dots, I_m .

Нехай

$$I = \{i_1, \dots, i_p\}. \quad (2.6)$$

Тоді результуюча матриця \mathbf{X}_I , що відповідає групі I , визначається як $\mathbf{X}_I = \mathbf{X}_{i_1} + \dots + \mathbf{X}_{i_p}$. Такі матриці обчислюються для $I = I_1, \dots, I_m$, отже розкладання (2.5) може бути записане в згрупованому вигляді:

$$\mathbf{X} = \mathbf{X}_{I_1} + \dots + \mathbf{X}_{I_m}. \quad (2.7)$$

Процедура вибору множин I_1, \dots, I_m й називається групуванням власних трійок $(\sqrt{\lambda_i}, U_i, V_i)$.

Крок 4. На останньому кроці базового алгоритму кожна матриця згрупованого розкладання переводиться в новий ряд довжини N .

Нехай Y – матриця розміру $L \times K$ з елементами y_{ij} , $1 \leq i \leq L$, $1 \leq j \leq K$. Покладемо $L^* = \min(L, K)$, $K^* = \max(L, K)$ і $N = L + K - 1$. Нехай $z_{ij} = y_{ij}$, якщо $L < K$ й $z_{ij} = y_{ji}$ в інших випадках.

Діагональне усереднення переводить матрицю Y в ряд (g_0, \dots, g_{N-1}) за формулою:

$$g_k = \begin{cases} \frac{1}{k+1} \sum_{j=1}^{k+1} z_{j, k-j+2} & \text{для } 0 \leq k < L^* - 1; \\ \frac{1}{L^*} \sum_{j=1}^{L^*} z_{j, k-j+2} & \text{для } L^* - 1 \leq k < K^*; \\ \frac{1}{N-k} \sum_{j=k-K^*+2}^{N-K^*+1} z_{j, k-j+2} & \text{для } K^* \leq k < N. \end{cases} \quad (2.8)$$

Тобто елементи матриці усереднюються уздовж «діагоналей» $i + j = k + 2$. Застосувавши діагональне усереднення до матриць X_{I_k} , отриманих на етапі групування, приходимо до розкладання вихідного ряду в суму m рядів.

Для проведення досліджень був обраний курс «Техніка використання ЕОМ», що читається на факультеті «Інженерна екологія міст» у Харківському національному університеті міського господарства ім. О. М. Бекетова [88, 89]. Тестування проводилося два рази на тиждень протягом семестру. Усього тест складали 35 разів. Припустимо, що інтервали часу між тестами однакові, тому будемо розглядати час від 1 до 35. Дослідження за допомогою методу SSA засвідчили, що типовий ряд оцінок можна розділити на тренд і шум, причому тренд утворюють дві перші компоненти (значимість 95-98%), а шум – інші (періодичні складові також зараховуємо до шуму).

На рисунку 2.2 наведений вихідний ряд оцінок. Досліджуємо цей часовий ряд за допомогою методу SSA. Отримуємо розкладання ряду на три компоненти (рис. 2.3). Можна відокремити в ряді ділянки «запам'ятовування» і «забування». Відзначимо, що на ділянці «забування» 2-а компонента практично дорівнює нулю. Прибираючи шум, отримаємо тренд (апроксимацію) вихідного ряду як часовий ряд, відновлений за методом SSA (рис. 2.2).

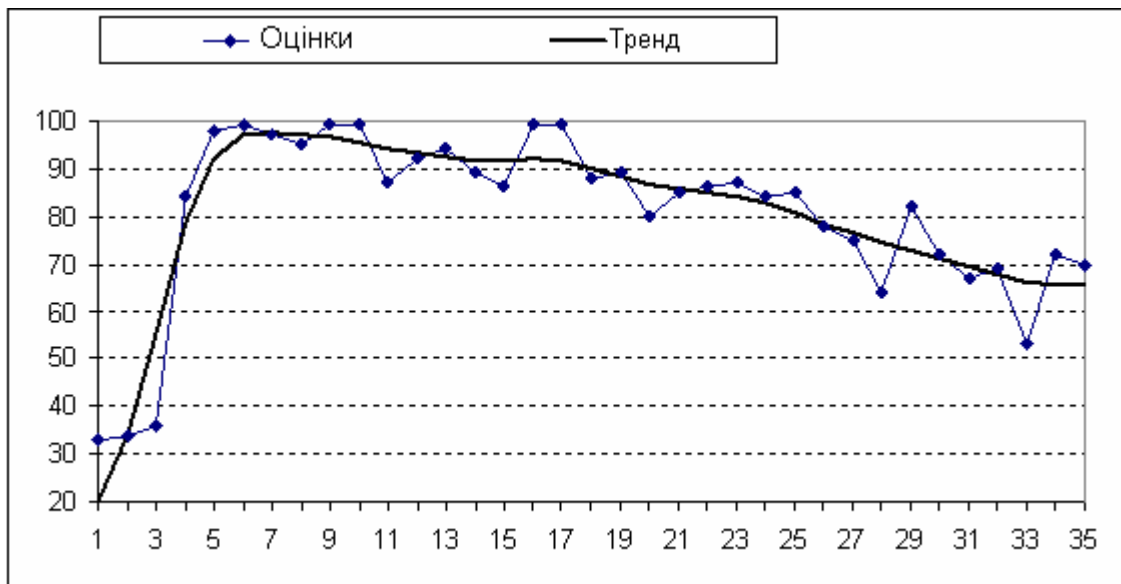


Рисунок 2.2 – Вихідний ряд оцінок і його апроксимація

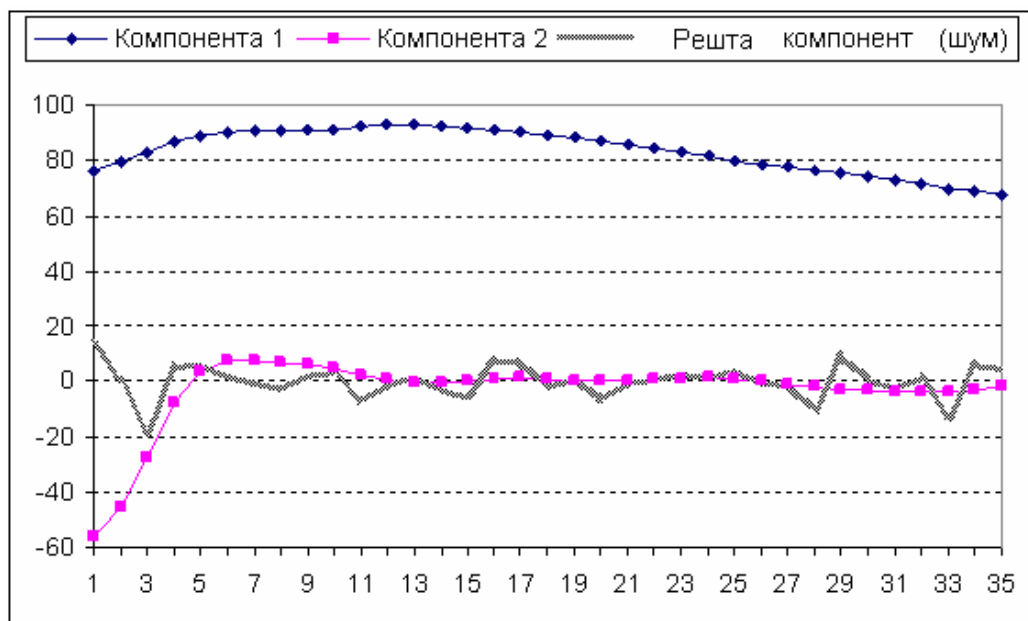


Рисунок 2.3 – Компоненти ряду

Протягом перших 4-х тижнів семестру студенти вивчають два модулі. Кожний з модулів складається з 2-х навчальних впливів (НВ). Отже студенти зазнають 4 навчальних впливи:

Навчальний вплив НВ 1 (модуль 1): час початку – 1.

Навчальний вплив НВ 2 (модуль 1): час початку – 4.

Навчальний вплив НВ 3 (модуль 2): час початку – 5.

Навчальний вплив НВ 4 (модуль 2): час початку – 8.

Нас цікавить, як НВ 3 і НВ 4 впливають на знання з модуля 1, ми зробили вибірку зі студентів:

Множина {1, 2, 3, 4} 83 чоловіка – студенти, які були присутні на всіх заняттях.

Множина {1, 2, 3} 34 чоловіка – студенти, які були присутні на всіх заняттях, крім 4-го.

Множина {1, 2, 4} 27 чоловік – студенти, які були присутні на всіх заняттях, крім 3-го.

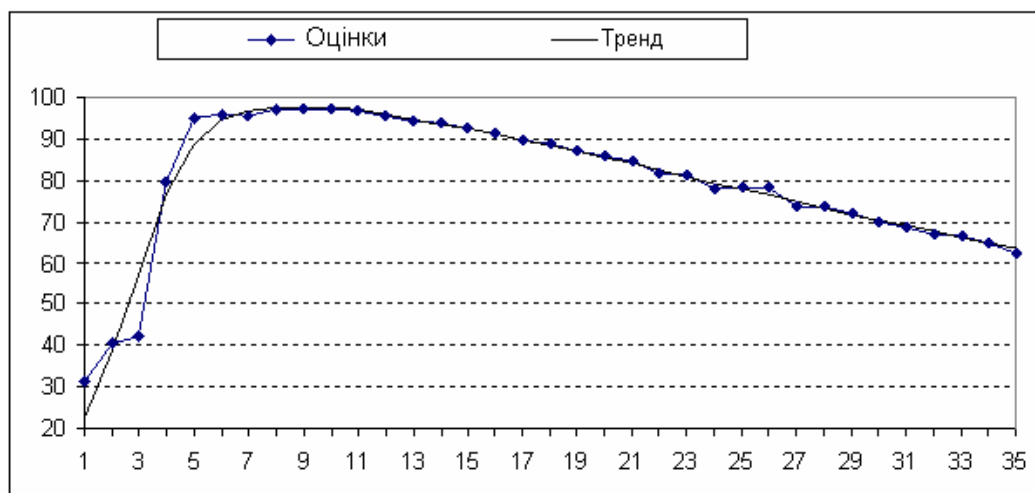


Рисунок 2.4 – Середні оцінки для множини {1,2,3,4}

Усереднимо оцінки для всіх трьох множин. Ефект усереднення – шум – нівелюється, точність апроксимації збільшується (рис. 2.4).

Досліджуємо різницю в оцінках для множин. Часовий ряд, що характеризують ефективність НВ3 – різниця середніх оцінок множин {1, 2, 3, 4} і {1, 2, 4}, а часовий ряд, що характеризує ефективність НВ 4 – різниця середніх оцінок множин {1, 2, 3, 4} і {1, 2, 3}.

Точно визначити ділянку «запам'ятовування» для різниць не вдається. Тому тренд ряду визначає тільки 1-а компонента.

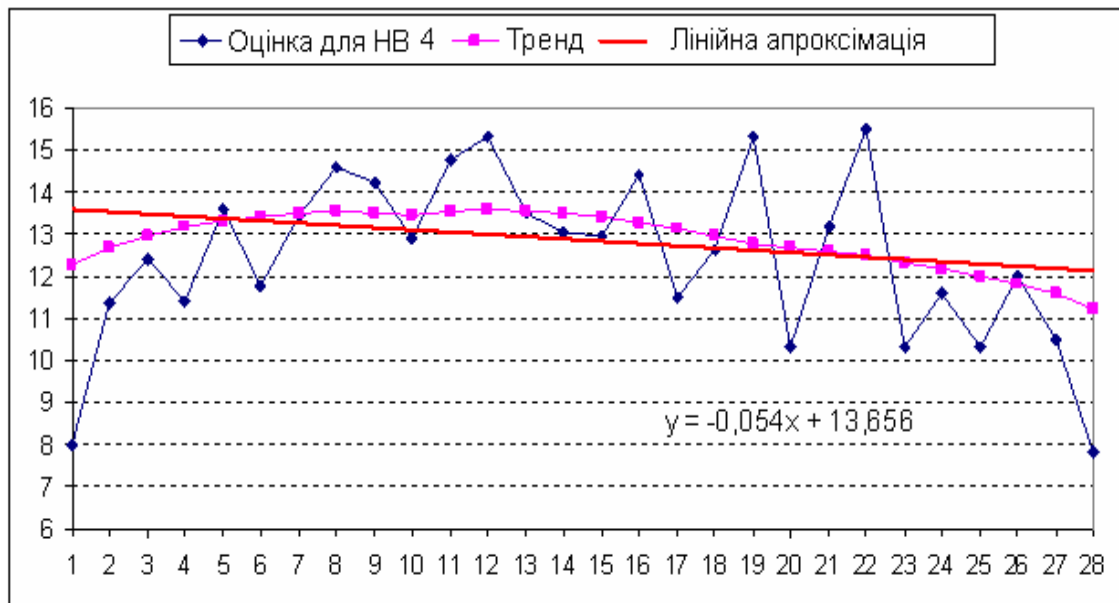


Рисунок 2.5 – Оцінка ефективності НВ 4

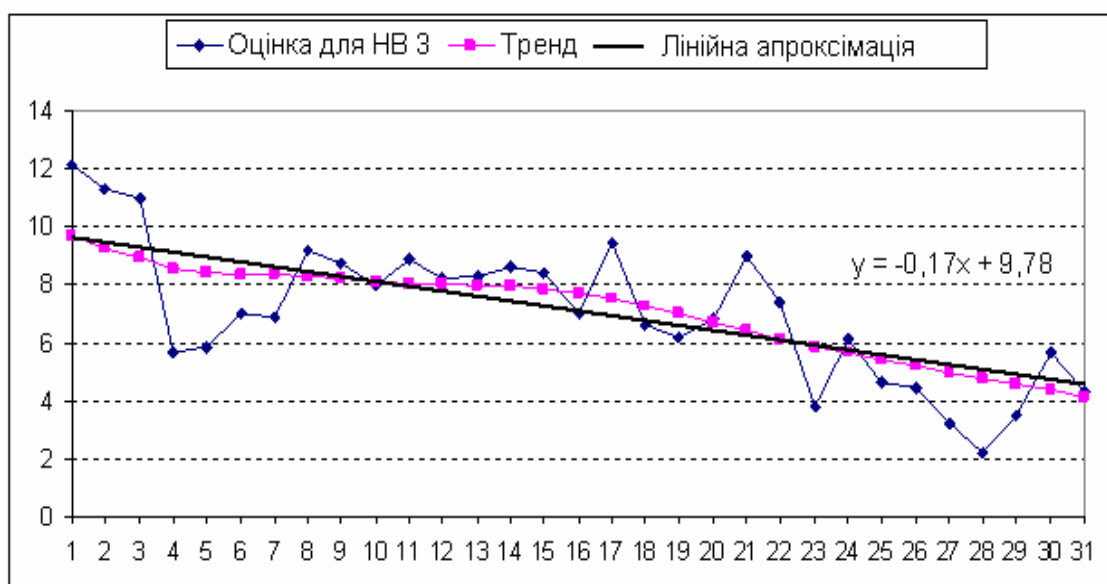


Рисунок 2.6 – Оцінка ефективності НВ 3

Як оцінку ефективності пропонується використати коефіцієнти рівняння лінійної апроксимації тренду, отриманого за допомогою методу SSA [89].

Для НВ 4 рівняння тренду таке: $y = -0,054x + 13,656$, а для НВ 3 $y = -0,17x + 9,78$.

У рівнянні $y = ax + b$ коефіцієнт a може характеризувати ефективність «запам'ятовування», а b – швидкість запам'ятовування. У нашому прикладі НВ 4 ефективніше за НВ 3, тому що $a_4 < a_3$ та $b_4 > b_3$.

Підчас організації дистанційної освіти отримання оцінок ефективності навчальних впливів може бути реалізоване за допомогою е-метрик [90, 141]. Це дасть змогу раціонально розподілити навчальні впливи протягом періоду вивчення курсу та збільшити значення засвоєння матеріалу φ наприкінці періоду.

2.2 Методи відновлення пропущених значень часового ряду

Однією з відмінних рис методу SSA щодо того застосування до аналізу часових рядів без пропусків є те, що з його допомогою можна проводити дослідження структури ряду (виявлення трендової, гармонійних і шумових складових) без припущень про моделі ряду. Однак прогноз виділених методом складових ряду можливий тільки в межах деякої, досить широкої, але все-таки моделі цих складових. Передбачається, що прогнозована складова є рядом скінченного рангу [150].

Ідея заповнення пропусків у межах методу SSA в значній мірі аналогічна ідеї прогнозу і полягає в продовженні виділених цим методом складових ряду та їхньої структури на місця пропущених спостережень. Відповідно і теоретичні результати щодо умов і способів точного відновлення пропущених значень у складових спостережуваного ряду із пропусками належать до рядів скінченного рангу.

Подібно до – базового методу SSA, використовуються і метод аналізу для дослідження часових рядів із пропусками, що дає точні результати в досить жорстких припущеннях. Цей метод застосовують і до реальних рядів із пропусками, в цьому разі отримуємо наближених результати [150].

В [88, 89] розглянуто застосування базового методу SSA для часових рядів результатів тестування знань студентів, отримано статистичні оцінки ефективності навчальних впливів і ефективності використання фонду гібридної бібліотеки. Розглядалися тимчасові ряди результатів тестів (35 спроб протягом семестру без пропусків). Знання студентів, що пропустили з якої-небудь причини одну-дві спроби, перевірялися за допомогою опитування традиційними методами. Результати студентів, що пропустили більше спроб, не розглядалися.

І все ж отримати часовий ряд, що є основним рядом даних для подібного дослідження не завжди можливо. Наприклад, важко уявити собі студентську групу зі стовідсотковим відвідуванням занять, іспитів, тестів і тощо. Як наслідок зазвичай ми отримуємо для дослідження ряди із пропущеними елементами.

Розділ присвячений визначенню ефективності алгоритмів заповнення пропусків у часовому ряду результатів тестування знань методом SSA. За допомогою імітаційного моделювання отримано

статистичні оцінки ефективності досліджуваних алгоритмів.

Результатом базового алгоритму методу «Гусениця» – SSA є розкладання спостережуваного часового ряду на адитивні складові. Розглянемо модифікацію методу для аналізу рядів із пропусками. Загальна структура алгоритму та ж, але кроки етапів будуть трохи іншими [100].

Нехай початковий часовий ряд $F_N = (f_0, \dots, f_{N-1})$ складається з N елементів, частина з яких невідома. Опишемо схему алгоритму для випадку відновлення першої складової ряду $F_N^{(1)}$ на базі суми двох:

$$F_N = F_N^{(1)} + F_N^{(2)}. \quad (2.9)$$

Перший етап: розкладання.

1. Вкладення.

Зафіксуємо довжину вікна $L: 1 < L < N$. Процедура вкладення переводить вихідний часовий ряд у послідовність L – мірних векторів вкладення $\{X_i\}_{i=1}^K$, де $K = N - L + 1$. Частина векторів вкладення може мати пропуски. З векторів вкладення без пропусків $X_i, i \in C$ утворимо матрицю \tilde{X} , що за відсутності пропусків збігається із траекторною матрицею ряду F_N .

2. Знаходження базису.

Нехай

$$\tilde{S} = \tilde{X} \cdot \tilde{X}^T. \quad (2.10)$$

Позначимо $\lambda_1, \dots, \lambda_L$ як власні числа матриці \tilde{S} , взяті в незростаючому порядку ($\lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_L \geq 0$) й U_1, \dots, U_L – як ортонормовану систему власних векторів матриці \tilde{S} , що відповідають власним числам, $d = \max\{i : \lambda_i > 0\}$.

В [100] запропонований формальний варіант заповнення пропусків. Він полягає в заміні скалярного добутку векторів на аналогічну формальну процедуру, застосовну до векторів із пропусками. Задамо два вектори $A = (a_1, \dots, a_n)^T$ та $B = (b_1, \dots, b_n)^T$ і їхню множину пропущених компонентів A і B відповідно, до того ж $|A \cup B| < n$. Якщо ввести операцію $*$ так що

$$(A, B)^* = A^T * B = \frac{n}{n - |A \cup B|} \sum_{k: k \notin A \cup B} a_k b_k, \quad (2.11)$$

при множенні векторів без пропусків результат виконання операції

співпадає зі скалярним добутком, а для векторів із пропусками буде чисельно замінювати скалярний добуток.

Як матрицю \tilde{S} можна обрати матрицю, що обчислюється за формулою:

$$\tilde{S} = X * X^T, \quad (2.12)$$

де X – траекторна матриця ряду F_N , що містить пропуски.

Запропонований вище спосіб узагальнимо в такий спосіб: розглянемо величину τ , $0 \leq \tau \leq L$, яку назовемо *порогом кількості пропущених компонентів*. Далі утворимо матрицю $\tilde{X}_{(\tau)}$, що складається з векторів вкладення, які містять не більше τ пропущених компонентів, тоді

$$\tilde{S} = \tilde{X}_{(\tau)} * \tilde{X}_{(\tau)}^T. \quad (2.12)$$

Помітимо, що в співвідношенні (2.12) матриця $\tilde{X}_{(0)}$ збігається з матрицею \tilde{X} , що складається з векторів без пропусків, а $\tilde{X}_{(L)} = X$.

Другий етап: відновлення

2. Проекція векторів вкладення.

Спочатку обираємо підпростір та проекція векторів вкладення без пропусків. Виберемо набір номерів

$$I_r = \{i_1, \dots, i_r\} \subset \{1, \dots, d\}, \quad (2.13)$$

за допомогою яких утвориться підпростір

$$M_r = Sp(U_{i_1}, \dots, U_{i_r}), \quad (2.14)$$

що відповідає відокремлюваному компоненту.

Вибір власних векторів, що відповідають $F_N^{(1)}$, відбувається аналогічно тому, як це робиться на етапі групування в базовому алгоритмі SSA. Однією з ознак потрібного власного вектора є те, що його форма подібна до форми складової ряду $F_N^{(1)}$. Проектуємо вектори вкладення без пропусків на обраний підпростір M_r :

$$\hat{X}_i = \sum_{k \in I_r} (X_i, U_k) U_k, i \in C. \quad (2.15)$$

Далі будемо проекцію векторів вкладення із пропусками. Для кожного такого вектора на місцях з P (множина P власна для кожного вектора) процедура складається із двох частин:

а) обчислення \hat{X}_i для $I \setminus P$;

б) обчислення \hat{X}_i для P .

Оскільки сусідні вектори вкладення містять загальну інформацію, її використання спричиняє велику кількість можливих способів розв'язання задачі, зокрема й для векторів $I = P$.

Для заповнення векторів із пропусками необхідно ввести розбивку всієї множини пропусків на групи так, щоб не менше ніж L відомих значень ряду, які розміщуються підряд, розмежовувалися групи пропущених значень. Обчислювальну процедуру (б) можна застосовувати до кожної групи пропусків (для кожного набору векторів).

Існують різні способи відновлення позицій пропущених компонентів у наборі векторів вкладення групи пропущених значень, їх можна умовно розділити на дві групи:

– *одночасний метод відновлення* (застосування формули, що виражає вектор X_P через $X_{I \setminus P}$);

– *група способів послідовного заповнення* (праворуч, ліворуч, із двох боків до середини, із двох боків з усередненням). Ці методи базуються на тому, що у траекторних матрицях значення на діагоналях з індексами $(i, j), i + j = \text{const}$, однакові. Отже, можна відновити пропуски в одному з векторів вкладення, а пропуски в сусідніх векторах заповнити значеннями, отриманими за вже відновленим вектором.

Перевагою послідовного методу відновлення, порівняно з одночасним, є слабкі умови застосування, а недоліком – те, що помилка відновлення може накопичуватися.

Результатом кроку 3 є матриця

$$\hat{X} = [\hat{X}_1 \dots \hat{X}_K], \quad (2.16)$$

що слугує апроксимацією траекторної матриці ряду $F_N^{(1)}$ за правильного вибору множини I_r .

4. Діагональне усереднення. На останньому кроці базового алгоритму матриця \hat{X} переводиться в новий ряд $\tilde{F}_N^{(1)}$ (відновлений ряд) за допомогою операції діагонального усереднення.

Розгляньмо імітаційну модель процесу відновлення пропущених значень часового ряду результатів тестування знань методом SSA.

Як вихідні дані використаємо реальні результати тестів [9] для 105 студентів, які виконали по 35 спроб здачі тестів.

Введемо такі позначення:

N_s – кількість студентів,

N_a – кількість спроб для кожного студента,

$\{f_{ij}\}, i = \overline{0, N_s - 1}; j = \overline{0, N_a - 1}$ – значення часового ряду оцінок тестування знань для i -го студента в j -й спробі,

$\{g_{ij}\}, i = \overline{0, N_s - 1}; j = \overline{0, N_a - 1}$ – значення відновленого часового ряду оцінок тестування знань для i -го студента в j -й спробі (використано базовий метод SSA).

Часові ряди із пропущеними значеннями отримаємо за допомогою видалення з вихідного $\{f_{ij}\}$ ряду n значень, $n = \overline{1, \tau}$, де τ – поріг кількості пропущених компонентів. У нашому випадку $\tau = 15$.

Отримаємо сімейство часових рядів

$$\{f_{ij}^{(n,k)}\}, i = \overline{0, N_s - 1}; j = \overline{0, N_a - n - 1}; n = \overline{1, \tau}; k = \overline{1, K_n}, \quad (2.17)$$

де K_n – кількість варіантів видалення n значень із вихідного часового ряду.

Зрозуміло, що $K_n = C_{N_a}^n$, а загальна кількість часових рядів (для всіх студентів) дорівнює $N_s K_n$. У нашому випадку при $n > 4$ кількість варіантів перевищує 10^6 , тому що мільйона варіантів цілком достатньо для практичних цілей. Сучасний комп'ютер може виконати розрахунок такої кількості за розумний час, тому не будемо генерувати більше 10^4 часових рядів для кожного студента. У цьому разі конкретні часові ряди генеруються випадково за допомогою методу Монте - Карло.

Отже,

$$K_n = \begin{cases} C_{N_a}^n, & n \leq 4, \\ 10^4, & n > 4. \end{cases} \quad (2.18)$$

Застосуємо модифікацію методу SSA для відновлення часового ряду із пропущеними значеннями для кожного ряду із сімейства $\{f_{ij}^{(n,k)}\}$.

Отримаємо сімейство відновлених часових рядів

$$\{g_{ij}^{(n,k)}\}, i = \overline{0, N_s - 1}; j = \overline{0, N_a - 1}; n = \overline{1, \tau}; k = \overline{1, K_n}. \quad (2.19)$$

Досліджуємо ряди $\{g_{ij}\}$ й $\{g_{ij}^{(n,k)}\}$ у співвідношеннях (2.17) і (2.19).

Будемо вважати, що для кожного n середнє (за спробами) відносне значення модуля різниці значень відновлених часових рядів із пропусками та без пропусків є випадкова величина з кількістю реалізацій $N_s K_n$:

$$y_i^{(n,k)} = \frac{1}{N_a} \sum_{j=0}^{N_a-1} \frac{|g_{ij}^{(n,k)} - g_{ij}|}{g_{ij}}, \quad i = \overline{0, N_s - 1}; \quad n = \overline{1, \tau}; \quad k = \overline{1, K_n} \quad (2.20)$$

Назвемо цю випадкову величину «помилкою» алгоритму відновлення значень часового ряду із n пропущеними значеннями. В [84, 85] показано, що така величина може бути використана як міра близькості часових рядів.

Статистичний аналіз цієї випадкової величини дає змогу прийняти гіпотезу про нормальний закон розподілу для всіх n з рівнем значущості не менше 0,95.

Математичне сподівання «помилки» алгоритму відновлення визначається за формулою:

$$\bar{y}^{(n)} = \frac{1}{N_s K_n} \sum_{i=1}^{N_s} \sum_{k=1}^{K_n} y_i^{(n,k)}, \quad (2.21)$$

а стандартне відхилення дорівнює

$$\delta^{(n)} = \sqrt{\frac{1}{N_s K_n - 1} \sum_{i=1}^{N_s} \sum_{k=1}^{K_n} (y_i^{(n,k)} - \bar{y}^{(n)})^2}. \quad (2.22)$$

У таблиці 2.1 наведені статистичні результати імітаційного моделювання алгоритму відновлення часового ряду із пропусками. Для конкретних значень кількості пропущених значень (від 1 до 15) визначалися довірчі інтервали «помилки» алгоритму з рівнем довіри 90%.

Статистичний аналіз доводить, що якщо кількість пропущених значень не перевищує семи, то «помилка» алгоритму відновлення не більше ніж 20 %. Це означає, що розбіжність між оцінками не перевищує один бал за п'ятибальною шкалою. Багаторічний досвід тестування знань у Харківському національному університеті міського господарства імені О. М. Бекетова свідчить про те, що більших помилок тести вже не оцінюють знання студентів адекватно. Отже якщо кількість пропущених значень більше ніж сім, алгоритм SSA для відновлення часового ряду результатів тестування знань студентів не може бути використаний.

Таблиця 2.1 – Результати статистичного аналізу випадкової величини «помилки» алгоритму відновлення значень часового ряду

Кількість пропущених значень	Порівняних значення ($\bar{y}^{(n)}$)	Стандартне відхилення ($\delta^{(n)}$)	Нижня межа довірчого інтервалу	Верхня межа довірчого інтервалу
1	0,012	0,006	0,002	0,022
2	0,018	0,007	0,006	0,030
3	0,032	0,010	0,016	0,048
4	0,039	0,011	0,021	0,057
5	0,068	0,013	0,047	0,089
6	0,087	0,015	0,062	0,112
7	0,171	0,018	0,141	0,201
8	0,272	0,021	0,237	0,307
9	0,319	0,022	0,283	0,355
10	0,346	0,025	0,305	0,387
11	0,382	0,028	0,336	0,428
12	0,409	0,034	0,353	0,465
13	0,453	0,041	0,386	0,520
14	0,481	0,052	0,395	0,567
15	0,516	0,059	0,419	0,613

Використання імітаційних моделей дало змогу отримати статистичні оцінки ефективності відновлення значень часового ряду результатів тестування знань. Алгоритми відновлюють часовий ряд з достатньою точністю (помилка не більше ніж 20 %), якщо кількість пропущених значень не більше ніж сім.

Застосування методу сингулярного спектрального аналізу для часових рядів із пропусками дозволить визначення ефективності навчальних впливів у ситуаціях, коли базовий метод застосувати не можна.

Перспективними є подальші статистичні дослідження результатів тестування студентів, побудова статистичних та імітаційних моделей процесу навчання, розробка експертних систем, баз знань і систем підтримки прийняття рішень, що дають змогу обирати раціональні стратегії навчання для кожного студента.

2.3 Формування актуальної множини питань у системі тестування знань

Система тестування знань відіграє важливу роль у дистанційній освіті. Отже, під час створення таких систем необхідно передбачити такі

умови: система має бути максимально відкритою; необхідно забезпечити можливість перенесення тестів на рівні їхніх вихідних текстів; по змозі потрібно, врахувати всі типи питань і відповідей; реалізувати методи оцінки відповідей різних типів, які дають змогу диференційовано оцінювати відповіді слухачів.

Крім того, система контролю знань повинна оцінювати поточний рівень знань і використовувати цю інформацію для формування питань у нових тестах.

Багаторічний досвід використання системи тестування знань в мережі Інтернет [11, 57, 102, 114, 119] довів, що формування множини питань тесту заздалегідь (до початку його здачі слухачем) може істотно знизити ефективність контролю. Отже на кожному кроці тесту необхідно використовувати задачі формування нової множини питань.

В [66] описані дослідження ефективності тестів і вірогідності результатів тестування. В цьому розділі проаналізовано застосування адаптивної моделі слухача у динамічному формуванні актуальної множини питань на підставі теорії прийняття рішень.

Загальна схема проведення контролю знань подана у [12, 15]. Контроль здійснюється за кілька сеансів, кожний з яких вибудовується на базі моделі слухача. Результати сеансів, зі свого боку, спричиняють (можуть викликати) зміну моделі.

Кожен сеанс складається з трьох етапів:

- підготовка задачі для контролю (з урахуванням моделі слухача);
- опитування слухача;
- оцінка результатів опитування та внесення змін у модель слухача.

Для формування контрольного завдання з множини питань Q обирається підмножина питань (вибірка), які будуть задані слухачеві. Назвемо це актуальною множиною

$$Q^A, Q^A \subset Q. \quad (2.23)$$

Спочатку ця множина залежить від моделі слухача M^0 та від параметрів питань P^Q . У процесі опитування ця множина може зазнавати змін. Зміна актуальної множини на підставі відповіді A_i на чергове питання може здійснюватися через модифікацію моделі слухача або завдання інших параметрів питань.

Наявність зворотного зв'язку актуальної множини і відповіді слухача забезпечує адаптацію Q^A до слухача під час проведення контролю [12].

Уявімо процес формування актуальної множини як послідовність перетворень, проведених щодо множини питань Q . Вибірка формується послідовно за декілька кроків. На кожному кроці з множини Q обирається

один або кілька елементів (питання або група питань), обрані елементи видаляються з множини Q і розміщуються в множині Q^A . Кожне перетворення описує один крок побудови актуальної множини Q^A . Кількість кроків визначається кількістю питань, що задані для цієї вибірки параметром N_q . Спочатку актуальна множина порожня:

$$Q^A(0) = \emptyset. \quad (2.24)$$

Запишемо ці перетворення для різних методів формування вибірки:

1. Випадково

$$Q^A(t+1) = Q^A(t) \cup \psi_R(Q(t)), \quad (2.25)$$

де $Q^A(t+1)$ – актуальна множина у момент часу $t+1$, ($0 < t < N_q$);

ψ_R – випадкова функція вибору чергового питання з множини.

2. За умовою

$$Q^A(t+1) = Q^A(t) \cup \psi_F(Q(t)), \quad (2.26)$$

де ψ_F – функція, що обирає з множини $Q(t)$ – питання, яке задовольняє умову F .

3. Пропорційно до значень певного параметра P ,

$$Q^A(t+1) = Q^A(t) \cup \psi_{F(t)}(Q(t)), \quad (2.27)$$

де $\psi_{F(t)}$ – функція, що обирає з множини $Q(t)$ питання, яке задовольняє умову $F(t)$.

Функція $F(t)$ задається на підставі аналізу множини Q . Вона може становити собою, наприклад, вектор V довжиною N_q , у якому елемент v_i є значенням параметра P для i -го питання вибірки (при цьому умова $F(t)$ полягає в рівності елемента v_i і значення параметра P для наступного питання що обирається).

4. За значенням параметра, що групує,

$$Q^A(t+1) = Q^A(t) \cup \psi_R(Q(t)) \cup \varphi_{F(t)}(Q(t)), \quad (2.28)$$

де $\psi_{F(t)}$ – випадкова функція вибору наступного питання q_n з множини $Q(t)$;

$\varphi_{F(t)}$ – функція, що вибирає з множини $Q(t)$ всі питання, що

задовольняють умову $F(t)$:

$$F(t) = \begin{cases} q_j, & p_y^{q_j} = p_y^{q_n}, \\ \emptyset & \end{cases}, \quad (2.29)$$

де q_j – це наступний елемент (питання) множини $Q(t)$;

$p_y^{q_n}$ – значення уточнюючого параметра p_y для питання q_n .

Зазначимо, що під час останнього перетворення вихідна множина $Q(t)$ змінюється.

Отже численні способи формування актуальної множини зводяться до комбінації 3-х типів перетворень: випадковий вибір питання, на підставі обумовленої функції та за умовою.

Формування множини актуальних питань є наслідком роботи експертної системи, що становить важливу частину (підсистему) (РАНС). Експертна система реалізує алгоритм прийняття рішень [12] і дає змогу здійснювати різні опитування експертів [65]. Ця підсистема також формалізує переваги особи, що приймає рішення (ОПР), і експертів та заносить інформацію в базу даних системи підтримки прийняття рішення СППР.

Важливу роль у структурі програмного забезпечення відіграє її інформаційна база. Особливо це властиво системам з великими обсягами даних, які мають складну структуру. Для ефективної роботи системи необхідно так розмістити дані, щоб спростити та прискорити роботу алгоритмів. Для цього потрібно ретельно проаналізувати інформаційну базу предметної області, особливості її структури та способи подання в оперативній пам'яті ЕОМ.

Найпростіша ситуація вибору рішень – це та, коли особа, що приймає рішення, переслідує єдину мету, і ця мета може бути формально задана як скалярна функція – критерій якості вибору, або значення критерію якості може бути отримане для будь-якого припустимого набору значень аргументів. Передбачається також, що відома область визначення параметрів управління – компонентів обраного вектора, або, у всякому разі, для будь-якої заданої точки може бути встановлено, чи є вона припустимим вибором, тобто чи належить вона до області визначення критерію якості рішення. У такій ситуації задача вибору рішення може бути формалізована та описана моделлю математичного програмування.

У задачі математичного програмування потрібно обчислити n -мірний вектор x , який оптимізує (зводить до мінімуму) критерій якості рішення $f_0(x)$ у разі дотримання таких обмежень:

$$f_j(x) \geq u_j, j \neq 1, r, x \in G, \quad (2.30)$$

де $f_0, j \in \overline{0, r}$ – відомі скалярні функціонали; u_j – задані числа;
 G – задалегідь задана множина n – вимірного простору.
 Отже, задача математичного програмування має такий вигляд:

$$f_0(x) \rightarrow \min \mid f_j(x) \geq u_j, j \in \overline{1, r}, x \in G \subseteq E^n. \quad (2.31)$$

Залежно від властивостей функцій $f = (f_0, f_1, \dots, f_r)$ і множини G використовується той або інший клас задач оптимізації.

Необхідно вказати на ще один важливий момент. Тенденції розвитку методологічної бази педагогіки свідчать, що головним видом комунікації або передачі навчальної інформації є мовні повідомлення в усній або письмовій формі [111]. До того ж ці повідомлення рухаються у двох протилежних напрямках: від викладача (або навчальної системи) до учасника курсу, якого навчають, (студента) при навчальних впливах, так і в протилежному напрямку при здійсненні контролю знань, отриманих при вивченні конкретного курсу або теми. І успішність здійснення цих комунікацій визначається тим, чи говорять суб'єкти на «однією мовою».

Зараз спостерігається тенденція до скорочення часу комунікацій між викладачем і слухачем (студентом), та збільшенню часу комунікації між що слухачем (студентом) і джерелами навчальної інформації. У зв'язку із цим представляється дуже важливим формування та використання лінгвістичного забезпечення освітніх систем, як при розробці структури ы наповнення БД знань, так і при організації експертної системи в рамках РАНС, що формує множину актуальних питань для кожного конкретного учасника курсу [7, 8, 133, 134].

Використання під час побудови навчальних програмних систем розроблених алгоритмів, що орієнтовані на роботу в мережі та мають доступ до великих обсягів розподілених даних, дає змогу істотно збільшити ефективність їхньої роботи. Введення до складу програмного комплексу експертної системи дасть змогу викладачеві керувати процесом навчання за допомогою правил бази знань залежно від характеристик конкретного процесу навчання, зокрема від результатів контролю знань того, кого навчають, таким чином забезпечуючи диференційований підхід до кожного слухача.

2.4 Використання адаптивної моделі учасника курсу, якого навчають, у системі тестування знань

Зрозуміло, що традиційне навчання є адаптивним процесом. Отже, автоматизована система навчання також повинна бути адаптивною. Адаптація навчальної системи може полягати в зміні параметрів управління та набору правил, що генерують керуючий вплив [10].

Адаптивна система має оцінювати результат керуючих впливів системи на учасника курсу, якого навчають. У зв'язку з цим особливого

значення в навчальній системі набуває оцінювання знань. Саме вона насамперед забезпечує зворотний зв'язок системи з об'єктом управління (слухачами, студентами – учасниками курсу, які навчаються), уможливорює оцінювання системою якості управління, а також адаптується до учасників курсу, яких навчають.

Багаторічне використання системи тестування знань в мережі Інтернет виявило необхідність автоматично формувати рекомендації щодо подальшого вивчення навчального матеріалу на базі інформації про здачу тестів [11, 57, 102, 114, 119].

У наш час не існує загальноприйнятого визначення поняття «модель слухача, студента – учасника курсу, якого навчають», але можна видокремити два головні підходи до побудови такої моделі [10, 120].

Перший підхід полягає в тому, що в експертно-навчальних системах (ЕНС) як модель користувача сприймається набір характеристик (параметрів) і сукупність правил, які на підставі значень цих характеристик керують процесом «взаємодії» системи з користувачем. В інших класах навчальних систем під моделлю користувача зазвичай розуміють набір параметрів, вимірюваних під час роботи системи з користувачем, і визначальний ступінь засвоєння ним знань з предмета, що вивчається.

Насправді, уявлення про модель слухача як набір параметрів – це занадто вузьке. Без урахування методів, які працюють із даним набором характеристик, він втрачає сенс. Отже, модель користувача, (МК) можна охарактеризувати як сукупність набору характеристик користувача і методів (правил) обробки цього набору.

В ЕНС ці правила пов'язані з конкретною предметною областю (ПО), що дає змогу без зусиль, більш якісно імітувати спілкування користувача (студента) з фахівцем у цій предметній області. Але АНС не може бути орієнтована на конкретну ПО, тому й правила, що діють у моделі користувача повинні бути іншими. Передусім, ці правила мають проводити змінам у самій моделі користувача відповідно до результатів його роботи із системою. Це дасть змогу викладачеві керувати формуванням цієї моделі, тобто здійснювати алгоритмічне налаштування без програмування.

Модель користувача повинна містити таку інформацію:

- цілі навчання (для кожного користувача може бути задана своя ціль роботи із системою та своя підмножина досліджуваного матеріалу, що визначає початкове налаштування системи і є базою для подальшої роботи з користувачем);
- знання користувача у межах досліджуваного курсу (поточний стан процесу навчання фактично є проекцію знань користувача на модель ПО, проекція обмежена заданими користувачем маршрутами й містить відомості про результати вивчення окремих тем курсу);

- особливості подачі навчальних матеріалів і вибору контрольних завдань та питань (результати вивчення окремих тем можуть бути подані як сукупність результатів контролю знань за даною темою та набір значень параметрів, які можуть бути виміряні користувачем під час роботи за допомогою е-метрик – *стратегія навчання*);

- правила зміни моделі користувача за результатами роботи з ним.

Максимальну здатність системи пристосуватися до вимог конкретного викладача та до моделі користувача можна забезпечити, якщо надати викладачеві можливість самостійно формувати модель користувача, тобто визначати в ній довільні параметри й задавати способи їхнього підрахунку та правила зміни моделі.

Наявність моделі користувача дозволить організацію гнучкого (адаптивного) управління процесом навчання. Адаптивна навчальна система може містити кілька варіантів викладу того самого матеріалу. Рішення про продовження навчання за одним із варіантів повинне прийматися на підставі значень параметрів моделі користувача. Значення параметрів можуть також враховуватися системою під час вибору контрольних завдань, лабораторних робіт тощо.

Функції користувача (студента):

- адаптація керуючих впливів системи до користувача;
- визначення рівня знань студента досліджуваного курсу та ступеню досягнення заданої мети навчання.

Модель слухача формується (і змінюється) під час роботи з ним. Система може починати це формування «із чистого аркуша», тобто в разі повної відсутності знань про користувача. Єдина незручність такого підходу полягає в тому, що може збільшитися час адаптації системи до слухача.

Інший підхід полягає у визначенні вихідної моделі користувача перед початком роботи. Тут можна запропонувати два методи:

1. Використати співбесіду, а саме: під час реєстрації користувача в системі задати йому кілька питань, щоб визначити рівень його знань і/або його потреби.

2. Запропонувати кілька усереднених моделей користувачів, наприклад:

- за рівнем знань – «новачок», «студент», «практик» тощо;
- за метою спілкування з навчальною системою – «навчання», «ознайомлення», «підвищення кваліфікації» тощо.

У цьому разі кожний користувач буде сам (або за допомогою викладача) відносити себе до певної групи користувачів. Можна комбінувати ці методи, залишаючи за викладачем право вибору.

Для правильного вибору керуючих впливів навчальна система повинна знати мету, яку потрібно досягти, а також критерії, за якими

мають оцінюватися ступінь і ефективність досягнення цієї мети [10].

Надаючи викладачеві можливість визначати для моделі користувача (МК) довільний набір параметрів, логічно визначити цільову модель через ці ж параметри (або їхню підмножину). Представимо описову частину МК як набір параметрів $M = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$. Кожний із цих параметрів задається довільним арифметичним або логічним виразом, що може містити операції (арифметичні або логічні), константи та параметри, що належать до МК. Цільову МК можна вичислити за формулою:

$$M^c = \{p_1^c, p_2^c, \dots, p_k^c\}, k \leq n. \quad (2.32)$$

Надаємо декларативну частину МК у вигляді комбінації параметрів. Кожний з параметрів є довільною характеристикою користувача, окремої теми або окремого питання. Сукупність характеристик визначається викладачем на етапі формування опису моделі користувача та предметної області. Для кожного параметра P_i встановлюються можливі значення як діапазон або список значень:

$$P_i = \begin{cases} \{p_{i,1}^1, p_{i,N_i}^{N_i}\}, \\ [p_i^-, p_i^+], \\ NULL \end{cases} \quad (2.33)$$

де $\{p_{i,1}^1, p_{i,N_i}^{N_i}\}$ – список можливих значень параметра; N_i – кількість можливих значень параметра;

$[p_i^-, p_i^+]$ – максимальне й мінімальне значення параметра.

$NULL$ – у кожному конкретному випадку означає, що для даного користувача (теми, питання) такий параметр не встановлений (не відомий).

Декларативна частина моделі може становити собою сукупність середніх значень установлених параметрів з урахуванням оцінки знань користувача.

Спочатку про користувача нічого не відомо, і значення всіх параметрів приймаються рівними деяким усередненим значенням, яке визначається викладачем, а за замовчуванням дорівнюється нулю. Під час проходженні початкового тестування (і/або чергової теми) значення параметрів моделі, встановлених для цієї теми (що не дорівнює $NULL$), перераховуються в такий спосіб. За результатами опитування того, кого навчають, йому виставляється оцінка $b_i : b_i \in [p_i^-, p_i^+]$. Ця оцінка нормалізується:

$$\tilde{b}_i = 0,5 - (p_i^+ - b_i) / (p_i^+ - p_i^-). \quad (2.34)$$

Отже, оцінка $\tilde{b}_i \in [-0.5, 0.5]$.

Нове середнє значення параметра P_i на сучасний момент t дискретного локального часу розраховується виходячи з попереднього значення цього параметра:

$$P_i(t+1) = P_i(t) + \frac{\tilde{b}_i p_i}{t+1}, \quad (2.35)$$

де \tilde{b}_i – нормалізоване значення останньої оцінки, отриманої користувачем; p_i – значення параметра P_i , установлене для даної теми; $P_i(t)$ – середнє значення параметра P_i на попередній момент часу, що розраховується як середнє арифметичне значення:

$$P_i(t) = \frac{\sum_{j=1}^t P_i(j)}{t}. \quad (2.36)$$

Під локальністю часу розуміють, що для кожного параметра P_i свого відліку часу t , що дорівнює кількості тем (питань), для яких цей параметр установлений.

Значення параметрів МК використовуються під час роботи з користувачем для визначення стратегії і тактики поводження системи.

Викладач може застосувати будь-яку кількість параметрів для будь-якого питання (теми). Значення параметрів, що стосуються до питання, входять у набір значень, щодо яких збирається статистика. Ці параметри призначені:

- для побудови моделі користувача;
- для організації управління навчанням (у правилах бази знань);
- для відображення в статистичних звітах, з метою отримання загальної картини успіхів користувачів (студентів) і для вдосконалення самих завдань.

Наявність подібної можливості дасть змогу викладачеві проводити опитування на підставі своїх уявлень про методи ефективного контролю знань.

Схеми навчання і контролю знань, у яких використовується адаптивна модель користувача (студента), підвищують якість і швидкість тестування знань, сприяють виробленню рекомендацій щодо подальшого вивчення навчального курсу для кожного користувача. Ці моделі та схеми є важливою частиною теорії, методів і програмних засобів людино-машинної інтерактивної системи підтримки прийняття рішень, що призначена для раціонального управління навчальними системами, орієнтована на роботу в мережі та має доступ до великих обсягів розподілених даних [76].

Залучення до складу програмного комплексу експертної системи дасть змогу викладачам керувати процесом навчання за допомогою правил бази знань та залежно від характеристик конкретного процесу навчання, зокрема від результатів контролю знань користувачів (студентів), забезпечуючи таким чином диференційований підхід до кожного слухача.

2.5 Статистичний аналіз адекватності результатів тестування

Дистанційні технології вперше були використані у навчальних процесах ХНУГХ (2002 рік), коли була розроблена «Система тестування знань в мережі інтернет». Ця система використовується в університеті і тепер, її електронна адреса в – <http://lib-journal.ru/tests>. Система дає змогу перевірити знання і практичні навички за програмами Microsoft Word і Microsoft Excel [114,119].

В 2006 році була впроваджена Автоматизована система управління дистанційним навчанням (АСУ ДН ХНУГХ) на базі програмного комплексу з відкритим кодом «Moodle». У мережах цієї системи розроблені тести «Системи числення», «Системи координат», «Повідомлення AutoCAD», «Команди AutoCAD для роботи із двомірними кресленнями», «Геометричні побудови в AutoCAD, режими об'єктної прив'язки» [11].

Система оцінювання знань в мережі інтернет, що містить особистісні аспекти, дає змогу перевірити рівень знань студентів, однак їхні результати не можна вважати абсолютно об'єктивними. Для перевірки відповідності результатів тестування рівню знань студентів необхідно проводити додаткові дослідження.

Об'єктивність результатів тестування в мережі інтернет оцінювалася з допомогою статистичного аналізу. Розглянемо алгоритм такого аналізу на конкретному прикладі.

Аналізувалися результати тестування за WORD і EXCEL. Питання і відповіді тестів склалися відповідно до робочих програм Університету, на базі методичних розробок, що використовуються для технічних спеціальностей.

Тест з використання текстового процесора WORD складається з 20–ти питань за такими темами:

1. Елементи управління.
2. Створення та збереження документа. Введення, редагування і форматування тексту.
3. Установлення параметрів сторінки. Нумерація сторінок і створення колонтитулів. Підготовка документа до друку.
4. Пошук і заміна тексту. Автокорекція та автотекст. Перевірка правопису і добір синонімів.
5. Текстові стовпчики. Оформлення документів за допомогою стилів.
6. Робота з таблицями.
7. Робота з графічними об'єктами.

Тест з використання електронної таблиці складається з 24-х питань за такими темами:

1. Введення даних.
2. Складання формул.
3. Форматування даних.
4. Побудова та редагування діаграм.
5. Друк робочих аркушів і діаграм.
6. Документування робочих книг. Фільтрація та сортування списків.
7. Складання звітів і консолідація даних.
8. Побудова зведених таблиць.
9. Добір параметра. Таблиця підстановки.
10. Автоматизація виконання повторюваних завдань.

Питання генеруються системою і не повторюються. Час на відповідь обмежено (30–60 секунд), він контролюється клієнтом.

Усього в контрольній групі було протестовано 211 студентів. Оцінку «5» отримало 30 % студентів, «4» – 40 %, «3» – 25 %, «2» – 5 %.

Результати здачі тестів в INTERNET не можна вважати абсолютно об'єктивними, хоча система оцінювання й виключає особистісні аспекти. Для деяких студентів робота в інтернеті не зовсім звична. Час на відповіді обмежено, це створює додаткові труднощі для «повільних» студентів. Іноді заважає поганий зв'язок. Немає ніякої гарантії, що студент виконує тест самостійно.

Для перевірки об'єктивності результатів тестів була зроблена вибірка з відповідей 56-ти студентів (дві академічні групи). Нижче подано дані, отримані внаслідок трьох опитувань. Результати першого опитування отримані з інтернету, друге проводилося в локальній мережі під керівництвом викладачів, третє здійснювалося викладачами, із застосуванням традиційних методів.

Таблиця 2.2 – Результати опитувань студентів

Оцінка	Опитування в інтернеті	Опитування у локальній мережі	Опитування традиційним методом
5	16	15	14
4	23	27	26
3	14	12	12
2	3	2	4

Вибірку можна вважати репрезентативною, тому що її дані відповідають даним у генеральній сукупності, а академічні групи на потоці мають приблизно на один рівень знань. За даними таблиці зрозуміло, що всі три опитування дали приблизно однакові результати (рис. 2.7).

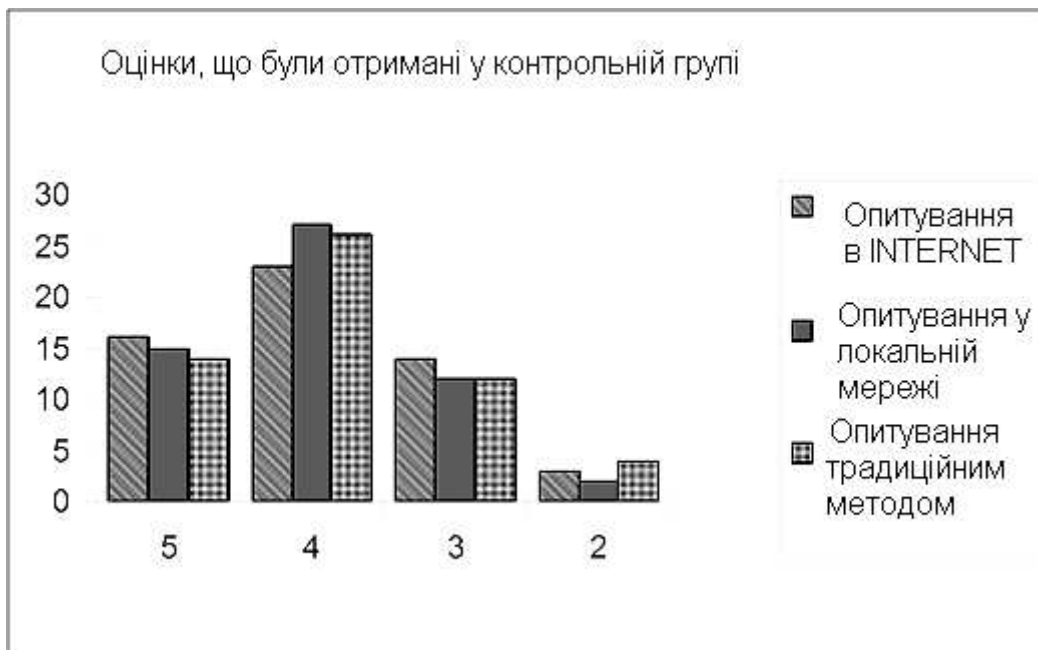


Рисунок 2.7 – Результати контрольної групи студентів

Була визначена кореляція між стовпцями даних: першим і другим, першим і третім. У першому випадку коефіцієнт кореляції дорівнює 0,98, а в другому – 0,99.

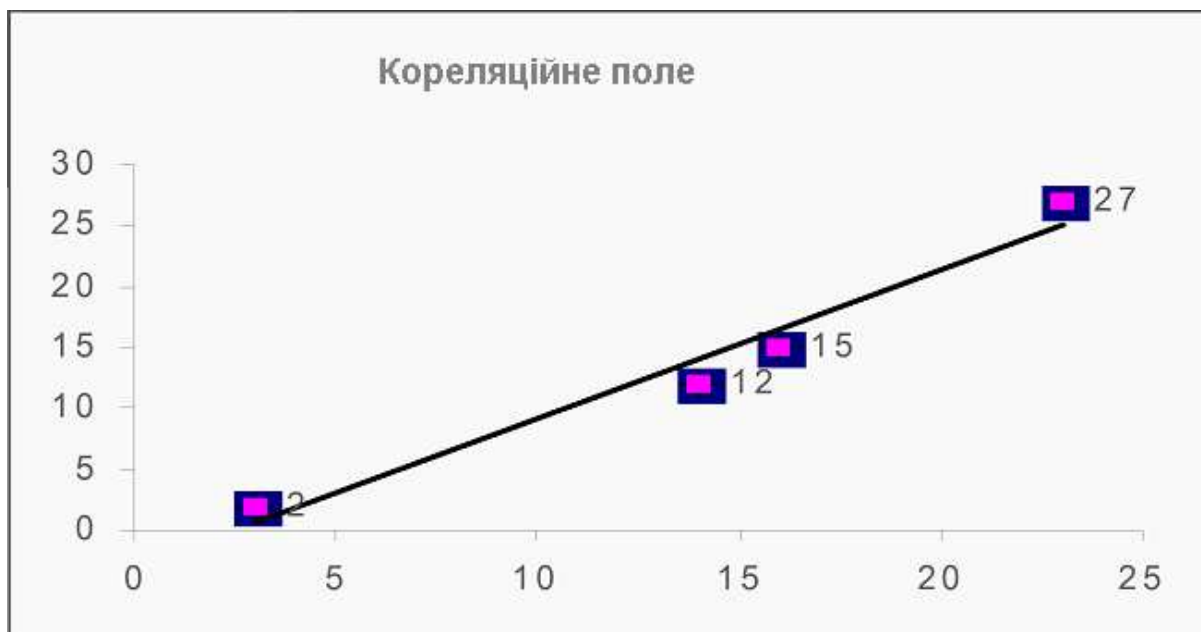


Рисунок 2.8 – Кореляція результатів тестування

Статистичний аналіз дав змогу визначити вірогідність результатів тестів в інтернеті. Для цього була побудована таблицю різниць, у якій враховано розбіжність між оцінками для кожного учасника контрольних опитувань. Проведений статистичний аналіз довів, що випадкова величина розподілена за нормальним законом із середнім значенням 0 і стандартним відхиленням 0,81. На рисунку 3 подано відповідний графік.

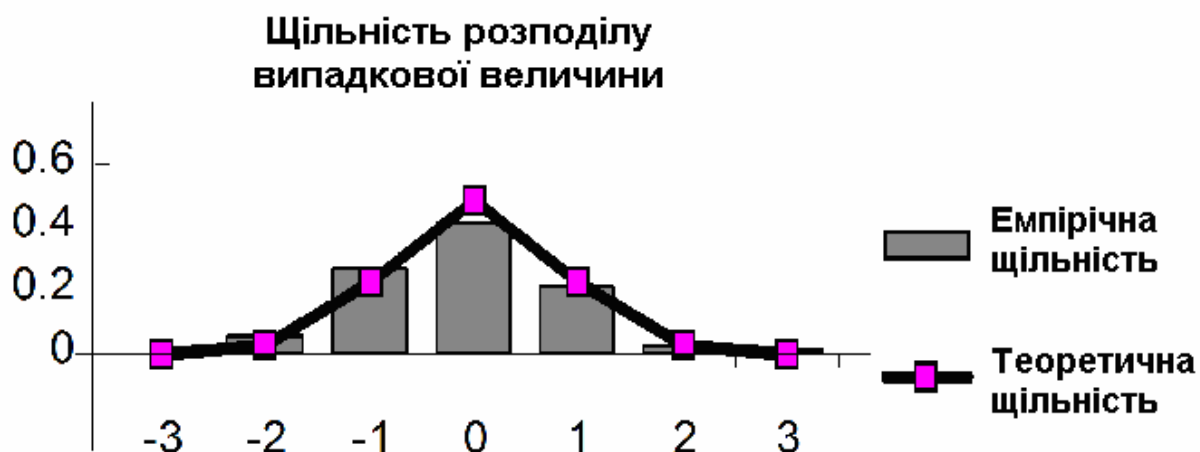


Рисунок 2.9 – Щільність розподілу величини розбіжності оцінок

Статистичний аналіз дає змогу зробити висновок, що, з імовірністю 0,96, ми отримуємо розбіжність в оцінках не більше ніж на один бал.

Визначимо загальний вид алгоритму статистичного аналізу адекватності тестування.

1. Визначається контрольна вибірка (1–2 академічні групи). Вибірку можна вважати репрезентативною, тому що її дані відповідають даним у генеральній сукупності, а академічні групи на потоці перебувають приблизно на одному рівні знань. Надалі будемо позначати кількість студентів, що пройшли тестування як N , а кількість студентів у контрольній вибірці як N_0 .

2. Студенти проходять тестування в локальній мережі під керівництвом викладачів.

3. Знання студентів оцінюються викладачами із застосуванням традиційних методів.

Адекватність результатів тестування будемо характеризувати такими величинами:

R_1 – коефіцієнт кореляції між результатами тестування в інтернеті і в локальній мережі;

R_2 – коефіцієнт кореляції між результатами тестування в інтернеті і оцінками, виставленими викладачами під час контрольного опитування;

P – імовірність того, що розбіжність між оцінками (тестування в інтернеті і контрольного опитування) не більше ніж один бал за п'ятибальною шкалою).

У таблицях 2.3–2.4 наведено результати статистичних досліджень оцінювання знань студентів за допомогою тестування в інтернеті протягом одинадцяти років.

Таблиця 2.3 – Результати статистичного аналізу тесту
«Microsoft Word»

Рік	N	N_0	R_1	R_2	P
2002	211	56	0,99	0,98	0,96
2003	349	61	0,94	0,94	0,91
2004	398	59	0,98	0,97	0,90
2005	387	63	0,95	0,93	0,93
2006	407	62	0,99	0,97	0,95
2007	395	58	0,97	0,95	0,91
2008	410	60	0,96	0,96	0,92
2009	367	46	0,93	0,94	0,90
2010	389	51	0,94	0,93	0,91
2011	342	44	0,92	0,92	0,92
2012	327	45	0,93	0,92	0,90

Таблиця 2.4 – Результати статистичного аналізу тесту
«Microsoft Excel»

Рік	N	N_0	R_1	R_2	P
2002	211	56	0,98	0,97	0,91
2003	343	61	0,94	0,93	0,90
2004	399	59	0,97	0,95	0,90
2005	385	63	0,96	0,92	0,92
2006	402	62	0,98	0,93	0,93
2007	391	58	0,93	0,94	0,91
2008	411	60	0,95	0,91	0,94
2009	364	46	0,92	0,93	0,89
2010	382	51	0,93	0,94	0,90
2011	342	44	0,93	0,91	0,91
2012	329	45	0,92	0,91	0,91

У таблицях 2.5 – 2.9 наведено результати статистичних досліджень оцінювання знань студентів за допомогою тестування в АСУ ДО ХНАГХ протягом семи років.

Таблиця 2.5 – Результати статистичного аналізу тесту
«Системи обчислення»

Рік	N	N_0	R_1	R_2	P
2006	62	31	0,92	0,87	0,85
2007	357	52	0,93	0,91	0,91
2008	349	54	0,91	0,90	0,89
2009	334	51	0,91	0,92	0,87
2010	327	52	0,92	0,90	0,90
2011	309	44	0,90	0,89	0,86
2012	297	42	0,91	0,92	0,91

Таблиця 2.6 – Результати статистичного аналізу тесту
«Системи координат»

Рік	N	N_0	R_1	R_2	P
2006	62	31	0,91	0,86	0,85
2007	63	33	0,91	0,85	0,89
2008	65	32	0,92	0,92	0,90
2009	62	32	0,92	0,91	0,88
2010	59	30	0,94	0,95	0,91
2011	61	31	0,90	0,91	0,89
2012	60	30	0,92	0,89	0,86

Таблиця 2.7 – Результати статистичного аналізу тесту
«Повідомлення AutoCAD»

Рік	N	N_0	R_1	R_2	P
2006	63	31	0,89	0,87	0,86
2007	61	33	0,88	0,86	0,85
2008	64	32	0,90	0,89	0,90
2009	62	32	0,91	0,91	0,88
2010	59	30	0,93	0,92	0,90
2011	61	31	0,91	0,90	0,87
2012	60	30	0,92	0,90	0,89

Таблиця 2.8 – Результати статистичного аналізу тесту
«Команди AutoCAD для роботи із двомірними кресленнями»

Рік	N	N_0	R_1	R_2	P
2006	61	31	0,90	0,85	0,87
2007	60	33	0,91	0,89	0,86
2008	65	32	0,90	0,87	0,89
2009	62	32	0,92	0,89	0,88
2010	59	30	0,93	0,88	0,91
2011	61	31	0,91	0,93	0,90
2012	60	30	0,90	0,92	0,90

Таблиця 2.9 – Результати статистичного аналізу тесту
«Геометричні побудови в AutoCAD, режими об'єктної прив'язки»

Рік	N	N_0	R_1	R_2	P
2006	63	31	0,92	0,90	0,90
2007	62	33	0,93	0,88	0,91
2008	61	32	0,93	0,89	0,90
2009	62	32	0,91	0,86	0,88
2010	59	30	0,91	0,89	0,91
2011	61	31	0,92	0,90	0,90
2012	60	30	0,90	0,90	0,89

Статистичний аналіз результатів тестування засвідчив, що коефіцієнт кореляції між результатами тестів в інтернеті та результатами опитування в локальній мережі не менше ніж 0,90, а коефіцієнт кореляції між результатами тестів в інтернеті та результатами опитування традиційними методами – не менше ніж 0,85. Мінімальне значення ймовірності розбіжностей між оцінками не більше ніж один бал – 0,85.

Проведені дослідження дають змогу зробити висновок, що тестування в інтернеті досить точно відображає реальний рівень знань студентів.

2.6 Використання е-метрик у дистанційному навчанні

Організація сайту – одна з головних складових дистанційного навчання. Вирішення цього завдання пов'язане з безліччю проблем як технічного, так і організаційного характеру. Це і створення програмних засобів, призначених для організації тестування через інтернет, і розробка тестових завдань, і організація «зворотного зв'язку» зі слухачами під час обговорення результатів.

У цьому розділі розглянуто електронні методики вимірювань (е-метрики), які застосовуються одночасно і щодо об'єкта дослідження (електронні документи й операції), і щодо інструментарію (збір статистики методами інформаційно-комунікаційних технологій). Вони оптимізують роботу освітнього сайту.

Глибоке вивчення та поступове застосування е-метрик сприятиме збільшенню їхнього використання під час збору та аналізу даних. Методика е-метрик дає змогу визначати успішність веб-сайту, базуючись на вивченні практичних дій користувача, його вмінні здійснювати навігацію за матеріалами сайту. Методи е-метрик можуть також бути базовими для вимірювання якості роботи сайту.

Методи застосування е-метрик розглянуті для задачі визначення раціонального розміру файлу, що містить навчальні матеріали. Дослідження були проведені в 2006 році. Тоді завантаження файлу розміром 3,5 МБ спричинило певні труднощі у значної кількості користувачів. Розвиток Інтернет-технологій призвів до того, що користувачі отримали можливість завантажувати файли в декілька гігабайт. Розміри файлів змінилися на кілька порядків, але методична база визначення оптимального розміру навчального файлу не втратили актуальності [71, 90].

Сучасна система дистанційного навчання повинна містити такі компоненти:

- розвинену систему навчально-методичної літератури в електронному вигляді, організовану в єдину базу даних із засобами пошуку на рівні гіпертекстових зв'язків, тезаурусів, реферативних посилань тощо;
- систему підтримки взаємодії слухачів з викладачами через засоби електронних комунікацій;

- систему організації консультування в реальному часі;
- систему тестування для організації поточного контролю залишкових знань;
- засоби організації колективних обговорень і спілкування слухачів один з одним (створення медіа-центрів).

Наявність зазначених компонентів властива розвиненим системам дистанційного навчання [114]. У наш час таку систему може мати далеко не кожний навчальний заклад. Зазвичай більшість діючих систем дистанційного навчання містить лише деякі з перерахованих компонентів. Але без файлів з навчальними матеріалами не обходиться ніхто.

Матеріали на сайті повинні бути не тільки змістовними, структурованими, красиво та наочно оформленими. Не менш важливо зробити так, щоб зацікавлений користувач міг успішно скачати їх без особливих зусиль! Система управління взаєминами з користувачем (УВК) передбачає вимірювання і регулювання кореляцій ефективності роботи освітнього сайту.

Метрики, як стандарти вимірів, мають свій електронний формат, який ми за аналогією називають е-метриками [141]. У наявному сьогодні глобальному мережевому середовищі можна відокремити два важливі аспекти, за якими вони визначаються та відрізняються від інших типів вимірів. Електронні методики вимірів (е-метрики) застосовуються одночасно як до об'єкта дослідження (електронні документи та операції), так і до інструментарію (збір статистики методами інформаційно-комунікаційних технологій).

Найбільш простою формою е-метрик є виміри кількості відвідувань веб-сайта. Такого роду виміри можуть містити таку інформацію: скільки разів відвідали конкретну сторінку, яка кількість переглядів веб-сторінок за конкретний день чи за тиждень. Більш загальне та більш повне за охопленням визначення е-метрик містить також дослідження активності й особливостей використання мережевих ресурсів. До них належать дані щодо кількості унікальних ідентифікованих відвідувачів веб-сайту, загальна кількість пошуків, виконаних протягом місяця за якимось конкретним запитом (терміном або фразою) у базі даних, кількість (і результат) завантажень навчальних файлів, реєстрація листування з тьютором тощо.

Зупинимося на простій задачі, що зустрічається досить часто: яким має бути раціональний розмір файлу, розміщеного на інтернет-сайті? Найчастіше якість інтернету не дає змогу користувачеві завантажити досить великий файл повністю. Не якісний інтернет, низька кваліфікація користувачів не дають змоги це зробити. Усе залежить від розмірів файлу, що завантажується: чим більший його обсяг, тим складніше його завантажити. З іншого боку, створюючи дуже малі за обсягом файли, ми ризикуємо втратити зацікавленість користувачів, тому що інформативність цих файлів буде незначною.

Для аналізу був обраний навчальний файл, розміщений на освітньому сайті. Розмір файлу – 3,5 мегабайтів [90].

Як метод дослідження був обраний статистичний аналіз даних, які фіксувалися з жовтня 2001 р. по вересень 2006 р. За зазначений період зафіксовано 6585 звернень до файлу. Статистика нашого сервера дає змогу визначати IP-адресу користувача та обсяг переданої інформації. Крім того, можна визначити, чи використовувалася одна зі спеціальних програм (їх називають програмами завантаження), що дає змогу завантажувати файл невеликими частинами.

Слід зазначити, що сам по собі статистичний аналіз відповідає питання, яким повинен бути оптимальний розмір інтернет-сторінки, він дає змогу лише оцінити ймовірність завантаження файлу залежно від його розміру [132]. На підставі цієї інформації (а також свого досвіду та інтуїції) оптимальний розмір файлу має визначати людина.

На підставі статистичної інформації можна класифікувати (може бути, приблизно) користувачів за якістю їхніх підключень до інтернету. Умовно всіх користувачів можна розділити на три категорії.

I категорія. Користувачі, які не використали програми завантаження і не змогли завантажити файл до кінця. Якість інтернету у таких користувачів, на наш погляд була низькою.

II категорія. Користувачі, які змогли завантажити тестовий файл із використанням спеціальних програм завантаження. Якість інтернету у цьому разі невідомою, однак у цьому випадку вона не мала значення, тому що кваліфікація користувача уможлиблювала якісну роботу навіть за умови зв'язку.

III категорія. Користувачі, які змогли завантажити тестовий файл за один раз. Якість інтернету у таких користувачів була хорошою.

У таблиці 2.10 подано поквартальні статистичні дані (кількість і відсоткове співвідношення користувачів для кожної категорії).

Таблиця 2.10

Рік/Квартал	Кількість користувачів			Процентне співвідношення		
	I категорія	II категорія	III категорія	I категорія	II категорія	III категорія
2001/4	22	9	23	40.7	16.7	42.6
2002/ I	13	2	15	43.3	6.7	50.0
2002/ II	27	6	22	49.1	10.9	40.0
2002/ III	6	1	14	28.6	4.8	66.7
2002/ IV	20	5	21	43.5	10.9	45.7
2003/ I	19	3	19	46.3	7.3	46.3
2003/ II	31	5	22	53.4	8.6	37.9
2003/ III	12	1	16	41.4	3.4	55.2
2003/ IV	20	5	23	41.7	10.4	47.9
2004/ I	24	4	20	50.0	8.3	41.7
2004/ II	22	5	28	40.0	9.1	50.9
2004/ III	10	4	20	29.4	11.8	58.8
2004/ IV	24	5	23	46.2	9.6	44.2
2005/ I	21	4	27	40.4	7.7	51.9
2005/ II	23	6	28	40.4	10.5	49.1
2005/ III	7	1	16	29.2	4.2	66.7
2005/ IV	26	5	26	45.6	8.8	45.6
2006/ I	24	8	28	40.0	13.3	46.7
2006/ II	17	6	29	32.7	11.5	55.8
2006/ III	9	7	20	25.0	19.4	55.6
За весь період спостережень	377	92	440	41.4	10.1	48.5

Проаналізуємо дані з таблиці 1. На рисунку 2.10 подано відсоткове співвідношення користувачів, що використовують якісний інтернет кожного кварталу досліджуваного періоду.

Рівняння лінії тренду $y = 0,39x + 46,0$ показує, що кількість таких користувачів збільшується приблизно на 2,8 % за рік.

Статистичний аналіз у цьому випадку не дозволяє однозначно формально оцінити відсотків співвідношення користувачів різних категорій. З багатьох варіантів ми обрали досить консервативний – середні значення за весь період спостережень. Отже, ми вважаємо, що частки користувачів категорій I, II, III становлять відповідно 0,41, 0,10 і 0,49.

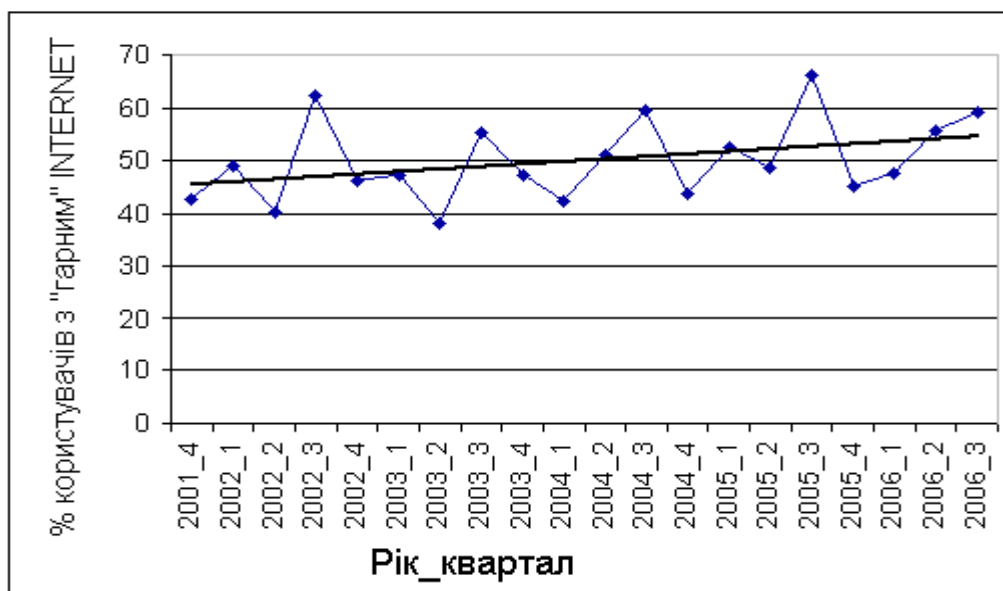


Рисунок 2.10 – Відсоткове співвідношення користувачів з якісним інтернетом

Визначимо на цьому етапі досліджень ймовірність скачування тестового файлу користувачами, якщо якість інтернету висока. Дані для дослідження були обрані так. Довжина тестового файлу – 3,5 МБ. Під час кожного переривання процесу завантаження файлу фіксувалося значення випадкової величини X , яке чисельно дорівнювали довжині тієї частини файлу, що вдалося завантажити (у байтах). Обсяг отриманої вибірки – 910 елементів.

Для дослідження закону розподілу випадкової величини X інтервал, у якому перебувало значення випадкової величини, був розбитий на 20 рівних частин. Межі інтервалів розбивки надані в таблиці 2.11.

Далі визначалися кількість влучень випадкової величини до кожного з інтервалів розбивки та відповідні частоти.

Таблиця 2.11

	Границі інтервалів		Кількість влучень в інтервал	Частота влучень в інтервал	Щільність розподілу. (теоретично)	Значення критерію χ^2
	мінімальні	максимальні				
	1	2	3	4	5	6
	0	183 500	506	0,5560	0,3626	0,1032
	183 500	367 000	182	0,2000	0,2300	0,0039
	367 000	550 500	48	0,0527	0,1459	0,0594

Продовження таблиці 2.11

	1	2	3	4	5	6
	550 500	734 000	27	0,0297	0,0925	0,0427
	734 000	917 500	36	0,0396	0,0587	0,0062
	917 500	1 101 000	13	0,0143	0,0372	0,0141
	1 101 000	1 284 500	16	0,0176	0,0236	0,0015
	1 284 500	1 468 000	14	0,0154	0,0150	0,0000
	1 468 000	1 651 500	6	0,0066	0,0095	0,0009
	1 651 500	1 835 000	7	0,0077	0,0060	0,0005
	1 835 000	2 018 500	12	0,0132	0,0038	0,0230
	2 018 500	2 202 000	8	0,0088	0,0024	0,0167
	2 202 000	2 385 500	6	0,0066	0,0015	0,0166
	2 385 500	2 569 000	6	0,0066	0,0010	0,0324
	2 569 000	2 752 500	4	0,0044	0,0006	0,0231
	2 752 500	2 936 000	1	0,0011	0,0004	0,0013
	2 936 000	3 119 500	5	0,0055	0,0002	0,1106
	3 119 500	3 303 000	6	0,0066	0,0002	0,2625
	3 303 000	3 486 500	4	0,0044	0,0001	0,1844
	3 486 500	3 670 000	3	0,0033	0,0001	0,1647
			910	1,0000	0,9913	1,0678

Вид розподілу емпіричних частот дає змогу висунути гіпотезу про експоненційний закон розподілу випадкової величини X із середнім вибірки $\tilde{m} = 403042$.

Для перевірки висунутої гіпотези табулюємо теоретичну щільність розподілу в точках, що є серединами інтервалів розбивки та обчислюємо значення критерію χ^2 .

Значення критерію $\chi^2 = 1,0678$ не належить до критичної області, отже, гіпотеза про експонентний закон розподілу випадкової величини X приймається (з імовірністю 0,95).

Побудова теоретичного закону розподілу у вигляді щільності $f(x)$ випадкової величини X дає змогу обчислити ймовірність завантаження файлу користувачем, інтернет у якого неякісний, залежно від його довжини. У досліджуваному прикладі інтернет дійсно неякісний, наприклад файл приблизно на 180 кілобайт користувач завантажить лише з імовірністю 0,2.

Розглянемо ймовірність скачування статичних і динамічних сторінок. Тепер ми можемо відповісти на запитання: з якою ймовірністю будь-який користувач інтернету завантажить потрібний файл (довжина не менше ніж x)?

Скористаємося формулою повної імовірності. Визначимо всі необхідні випадкові події і їхні ймовірності.

Подія A : користувач завантажив потрібний файл (довжина не менше ніж x). Імовірність цієї події нам потрібно визначити.

Подія H_1 : користувач має можливість завантажити потрібний файл (довжина не менше ніж x) з першої спроби. Будемо вважати, що $P(H_1) = p$ – імовірність події H_1 .

Подія H_2 : користувач не має можливості завантажити потрібний файл (довжина не менше ніж x) з першої спроби та скачує його з деякою ймовірністю, що залежить від x . У цьому прикладі події H_1 та H_2 утворюють повну групу, тому ймовірність події H_1 така:

$$P(H_2) = 1 - P(H_1) = 1 - p. \quad (2.37)$$

Умовна ймовірність події A у разі настання події H_1 дорівнює 1, тобто $P(A/H_1) = 1$.

Розглянемо умовну ймовірність події A у разі настання події H_2 . Це ймовірність завантаження файлу користувачем, якщо інтернет не якісний. Вона залежить від довжини файлу x . Раніше ми вже визначили закон розподілу (експоненційний) довжини файлу, що завантажується. Однак у цьому разі потрібно визначити не конкретне значення довжини файлу x , а значення довжини файлу не менше ніж x . Отже, від функції щільності $f(x)$ перейдемо до інтегральної функції розподілу $F(x)$:

$$P(A/H_2) = \int_x^{\infty} f(x)dx = 1 - F(x). \quad (2.38)$$

Тепер можна застосувати такі формули повної ймовірності:

$$P(A) = P(H_1)P(A/H_1) + P(H_2)P(A/H_2). \quad (2.39)$$

$$P(A) = p \cdot 1 + (1 - p)(1 - F(x)). \quad (2.40)$$

Для практичного застосування отриманої формули необхідно визначити величину p . Для цього скористаємося класифікацією користувачів інтернету.

У мережі інтернет прийнято розрізняти динамічні та статичні сторінки. Важливий той факт, що статичні сторінки можна завантажувати частинами (за допомогою програм завантаження), а динамічні – ні.

Приклад 1. Статичні сторінки. Їх зазвичай завантажують користувачі II категорії (використають програми завантаження) і III категорії (якісний інтернет). У цьому разі $p = 0,49 + 0,10 = 0,59$, а $1 - p = 0,41$.

Приклад 2. Динамічні сторінки. Їх зазвичай завантажують тільки користувачі III категорії. Чи зможуть завантажити файл користувачі II категорії нам невідомо. Припустимо, що інтернет у них працює неякісно і файл вони завантажують так само, як користувачі I категорії. У цьому разі $p = 0,49$, а $1 - p = 0,51$.

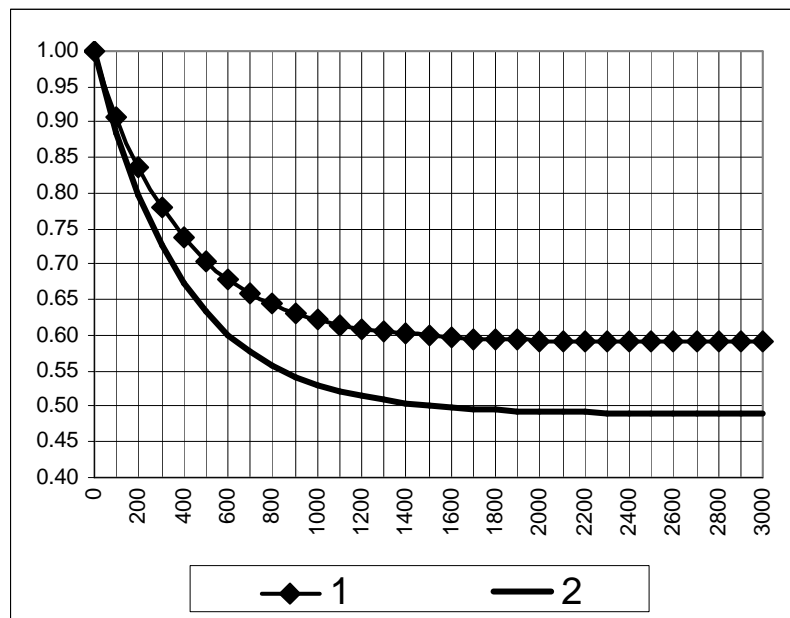


Рисунок 2.11 – Залежність ймовірності завантаження від розміру файлу

На рисунку 2.11 подано залежність ймовірності скачування від розміру файлу (у кілобайтах). Крива 1 відображає залежність для процесу завантаження статичної сторінки, а крива 2 – для динамічної.

Імовірність завантаження файлу за розміром не менше ніж 50 кілобайт в обох випадках приблизно дорівнює 0,95. Далі криві розходяться. Для файлу не більше ніж 100 КБ імовірності скачування дорівнюють 0,92 (для статичних сторінок) і 0,87 (для динамічних). Для файлу за розміром не більше ніж 1000 КБ – 0,62 і 0,53. Для файлів за розміром більше ніж 3000 КБ обидві криві проходять паралельно до осі X , імовірності скачування таких файлів приблизно дорівнюють 0,59 і 0,49.

2.7 Система підтримки прийняття рішень під час управління розподіленою автоматизованою навчальною системою

Інформаційна система управління якістю освіти в сучасних умовах основою системи управління і базується на інтегрованому полі знань, що містить структурно–семантичні подання різноманітних моделей і фактичні дані, а також механізми їхньої обробки. Однак слід зазначити, що такі сфері автоматизації управління освітніми процесами, як експертні системи та системи підтримки прийняття рішень, розвиваються недостатньо активно через складність формалізації управління навчальним процесом у сучасному ВНЗ. Як зазвичай ці системи розробляються стихійно, починаючи зі створення автономних автоматизованих робочих місць управлінського персоналу. Актуальність проведених досліджень обумовлена необхідністю побудови адекватної моделі функціонування навчального процесу ВНЗ та можливістю прогнозування стану цієї моделі під час при змінювання зовнішніх і внутрішніх параметрів. Необхідно розробити ефективний механізм вибору альтернативних стратегій управління. Можливості сучасної обчислювальної техніки, розділи прикладної математики, що активно розвиваються, а саме теорія графів, теорія прийняття рішень, дискретна оптимізація, математична статистика – дають змогу створити програмні комплекси, що уможливають вибір раціональної стратегії управління в автоматизованих навчальних системах.

Отже, актуальною науково-прикладною задачею є розроблення інтерактивної системи підтримки прийняття рішень під час управління освітніми процесами, із застосуванням методів моделювання, оцінки та багатокритерійного вибору раціональних рішень, а також сучасних інформаційних технологій.

Аналіз відомих задач підтримки прийняття рішень (традиційне математичне програмування, математичне програмування в порядкових шкалах і узагальнене математичне програмування) дав змогу зробити висновок про те, що задачі прийняття рішень під час управління РАНС належать до категорії задач узагальненого математичного програмування (УМП) [56].

Це обумовлено тим, що в традиційному математичному програмуванні як цільова функція використовується скалярна функція, а задача дослідження є багатокритерійною. Математичне програмування в порядкових шкалах припускає на кожному кроці розв'язання задачі під час

аналізу пред'явлень (альтернативних рішень) порівняння вектора характеристик задачі. Розмірність цього вектора дуже значна, а наслідок порівняння – процедура, яку важко формалізувати. Отже, задачі узагальненого математичного програмування, де на етапі порівняння альтернативних рішень порівнюються векторні критерії, найбільш повно на змістовому рівні описують процедуру прийняття раціонального рішення.

На відміну від традиційної теорії оптимізації, схеми УМП не оцінюють допустимість і якість кожної альтернативи, а наближаються до рішення під час порівняння пар альтернатив. Оптимізація та обмеження в УМП пояснюються в термінах бінарних відносин, зокрема в термінах відносин переваги. За бінарними відносинами вони визначаються здебільшого неоднозначно. Інтерпретація цих понять залежить від змістового сенсу умов задачі та властивостей бінарних відносин, за якими здійснюється оптимізація або виділення припустимих альтернатив.

Розглянемо математичне формулювання задачі прийняття рішень під час управління РАНС [86, 146].

Нехай $D = \{d_1, \dots, d_{N_d}\}$ – множина досліджуваних дисциплін, N_d – кількість дисциплін, що вивчається.

Всі дисципліни розбиті на модулі. Позначимо множину модулів, що вивчаються у межах i -ї дисципліни як

$$M^{(i)} = \{m_1^{(i)}, \dots, m_{N_m^{(i)}}^{(i)}\}, \quad (2.41)$$

де $N_m^{(i)}$ – кількість модулів, досліджуваних у межах i -ї дисципліни.

Нехай M – множина модулів для всіх дисциплін. Зрозуміло, що

$$M = \bigcup_{i=1, N_d} M^{(i)}. \quad (2.42)$$

Модулі складаються з навчальних впливів. Позначимо множину навчальних впливів для модуля $m_j^{(i)}$, що вивчається в межах i -ї дисципліни як

$$Q^{(ij)} = \{q_1^{(ij)}, \dots, q_{N_q^{(ij)}}^{(ij)}\}, \quad (2.43)$$

де $N_q^{(ij)}$ – кількість навчальних впливів у межах модуля $m_j^{(i)}$.

Позначимо множину всіх навчальних впливів як Q . Зрозуміло, що

$$Q = \bigcup_{\substack{i=1, N_d \\ j=1, N_m^{(i)}}} Q^{(ij)}. \quad (2.44)$$

Розглянемо множину $\Omega(Q)$, що характеризує ефективність навчальних впливів. Будемо вважати, що

$$\Omega(Q) = \{\omega(q_k^{(ij)}, m_w^{(v)})\}, i, v = \overline{1, N_d}, j, w = \overline{1, N_m^{(i)}}, k = \overline{1, N_q^{(ij)}}, \quad (2.45)$$

де $\omega(q_k^{(ij)}, m_w^{(v)})$ – ступінь впливу навчального впливу $q_k^{(ij)}$ на знання за модулем $m_w^{(v)}$.

Залежно від рівня інформованості множина $\Omega(Q)$ може визначатися декількома способами.

1. В умовах відсутності будь-якої інформації про навчальний процес множина $\Omega(Q)$ визначається за методом експертних оцінок. У цьому разі визначаються впливи дисциплін, що вивчаються, один щодо іншого та вплив модулів, що вивчаються у межах окремої дисципліни, на знання з цієї дисципліни, тобто

$$\forall i \forall j \forall k \forall v \forall w: \omega(q_k^{(ij)}, m_w^{(v)}) = \begin{cases} \omega^{(iv)}, i \neq v, \\ \omega_w^{(i)}, i = v. \end{cases} \quad (2.46)$$

де $\omega^{(iv)}$ – вплив дисципліни d_i на дисципліну d_v , $\omega_w^{(i)}$ – вплив модуля $m_w^{(i)}$ на дисципліну d_i .

2. Якщо відомі оцінки з дисциплін або модулів (у ВНЗ використовується корпоративна інформаційна система), то елементи множини $\Omega(Q)$ становлять собою коефіцієнти кореляції між рядами оцінок.

3. Якщо використовується система тестування знань і організовано постійне тестування знань, то елементами множини $\Omega(Q)$ є оцінки ефективності навчальних впливів [34, 88].

Нехай $\tilde{Q} \subset Q$ – множина додаткових навчальних впливів. Ефективність цих впливів будемо визначати за співвідношенням:

$$\Omega(\tilde{Q}) = \{\omega(q_k^{(ij)}, m_w^{(v)})\}, q_k^{(ij)} \in \tilde{Q}. \quad (2.47)$$

Задачі УМП ухвалення раціонального рішення під час управління РАНС можуть бути сформульовані так.

Потрібно визначити множину $\tilde{Q}^* \subset Q$, таку, що

$$\forall \tilde{Q} \subset Q: \Omega(\tilde{Q}^*) R_0 \Omega(\tilde{Q}), \quad (2.48)$$

де R_0 – бінарні відносини, що відображають переваги особи, що приймає рішення.

Алгоритм прийняття рішень під час управління РАНС, що є

удосконаленою багатокроковою схемою узагальненого математичного програмування з паралельно-послідовною інформаційною структурою [49], подано на рисунку 2.12.

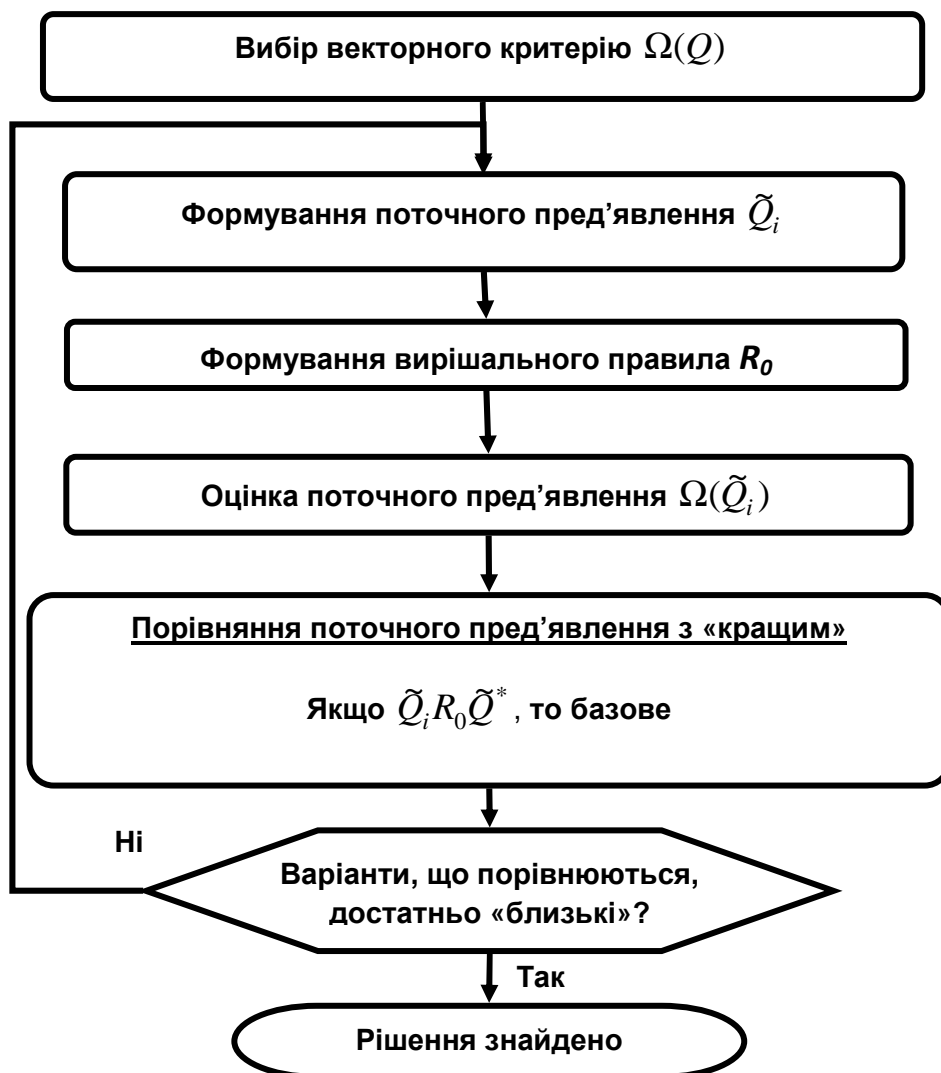


Рисунок 2.12 – Алгоритм прийняття рішень під час управління РАНС

Критерієм оцінювання якості рекомендацій щодо подальшого вивчення деякої дисципліни (вибору раціональної множини додаткових навчальних впливів \tilde{Q}) є вектор (множина) $\Omega(\tilde{Q})$. Множина \tilde{Q} у термінах теорії прийняття рішень називається пред'явленням.

У цьому розділі доведено, що РАНС – це багатоцільова система, а управління цією системою – багатокритерійна задача, розв'язання якої ускладнене обліком групової переваги осіб, що беруть участь у процесі управління та по-різному трактують поняття «раціональність» і «компроміс». Прийняття раціональних рішень під час управління РАНС належить до класу задач узагальненого математичного програмування.

Сформульовано математичну постановку задачі прийняття рішень під час управління РАНС. Розроблено алгоритм задачі удосконаленої багатокрокової схеми узагальненого математичного програмування з паралельно-послідовною інформаційною структурою.

РОЗДІЛ 3

РАЦІОНАЛЬНІ СТРАТЕГІЇ ФОРМУВАННЯ ФОНДУ ГІБРИДНОЇ БІБЛІОТЕКИ

3.1 Характеристика бібліотеки ВНЗ

У зв'язку зі збільшенням інформації, що накопиченої людством, актуальною стає проблема зберігання цієї інформації та можливості її оперативного отримання та використання. Традиційно цю функцію виконували бібліотеки, діяльність яких базувалася на суб'єктивних перевагах і оцінках.

У зв'язку з розвитком інформаційних технологій роль бібліотеки зазнає суттєвих змін. На відміну від попередніх років, бібліотеки перестають бути місцями зберігання тільки друкованої продукції. На думку одного з провідних російських спеціалістів Ф. С. Воройського, сучасні бібліотеки – це не тільки матеріалізовані у вигляді друкованої продукції джерела ідей, думок, технологій, але й «автоматизовані інформаційні центри, що обслуговують користувачів у локальних і віддалених режимах, центри впровадження нових інформаційних технологій, центри-генератори власних баз даних і комплекси автоматизованих послуг. Сучасні автоматизовані бібліотеки є наріжним каменем у фундаменті інформаційного суспільства» [95–97].

Зазначене стосується і бібліотек системи вищого професійного спрямування. У наш час відбувається процес формування електронних бібліотек, інтегрованих у єдину систему керування вищим навчальним закладом. Бібліотека вищого навчального закладу усе більше перетворюється на інформаційно-виробничу структуру, масштаби діяльності якої характеризуються усе більшими витратами на її утримання, зростаючим обсягом робіт, наявністю значної кількості персоналу.

За визначенням Я. Л. Шрайберга, бібліотека – це комунікаційний і соціальний інститут, призначений, насамперед, для інформаційного обслуговування визначеного кола користувачів і надання їм необхідного документного ресурсу [140]. У структурі вищого навчального закладу, відповідно до Закону України «Про бібліотеки і бібліотечну справу» і «Типового положення про бібліотеку вищого навчального закладу», бібліотека є учбово-допоміжним, науковим, інформаційним і культурно-просвітнім підрозділом, що здійснює інформаційно-бібліотечне забезпечення навчального, виховного та науково-дослідного процесів, а також системи керування освітньою установою [56, 77, 87].

Бібліотека має складну структуру з різними технологічними та управлінськими процесами, з розгалуженими внутрішніми і зовнішніми зв'язками. Під структурою бібліотеки розуміють сукупність її підрозділів, установлення їхньої підпорядкованості та взаємин, розподіл між ними функцій і повноважень. Структура залежить від типу бібліотеки, її завдань,

кількості книжкового фонду, обсягу та особливостей роботи з обслуговування читачів.

Функціонування бібліотеки пов'язане як із внутрішнім мікросередовищем (приміщення, матеріально-технічна база, персонал, фонд тощо), так і з зовнішнім макросередовищем (читачі, інші бібліотеки й інформаційні центри, джерела комплектування, вища адміністрація тощо).

Отже, сучасна бібліотека – це складний об'єкт із внутрішніми та зовнішніми зв'язками, що має у своєму складі різні елементи, які у сукупності становлять комплекс заходів, матеріально-технічних, інформаційних і трудових ресурсів, компактно зібраних в одному місці для вирішення проблеми своєчасного та якісного забезпечення користувачів необхідною інформацією. Інакше кажучи, бібліотека є системою [112], тобто множина M однорідних або різнорідних елементів, у якій реалізована множина відносин (зв'язків) R , що впорядковують елементи в структуру, яка володіє множиною властивостей P .

Зрозуміло, що бібліотека, як і будь-яка інша соціально-економічна система, є цілеспрямованою [4, 112, 116, 133, 134]. У такому разі відображення заданої цілі на множину властивостей дає змогу відокремити деяку підмножину $P_0 \subset P$, що уможливорює досягнення цілі. Цілеспрямована система може бути визначена як упорядкована множина:

$$S = \langle (M \times R) \times P_0 \rangle.$$

До того ж первинним для її синтезу (вибору структури системи) є встановлення множини властивостей.

Бібліотека як система має важливе прикладне значення. У зв'язку з цим для автоматизованого керування сучасною бібліотекою можна застосовувати узагальнену процедуру прийняття рішень, тобто синтез абстрактної системи, що забезпечує досягнення визначеної мети [4, 133, 134].

Відповідно до прийнятої в науковій літературі класифікації [118, 138], на першому рівні структуризації можна відокремити такі основні компоненти цієї системи: документний, користувальницький, інформаційний компоненти; персонал та інфраструктура бібліотеки (рис. 3.1).

Фонд бібліотеки становить базу її діяльності й розвитку. Це документи (документний компонент – ДК): видання та видавнича продукція незалежно від виду носія, що вноситься до фонду цієї бібліотеки відповідно до профілю її комплектування. Останнім часом до інформаційного потенціалу фонду належить також право на доступ до тих або інших (переважно електронних) джерел інформації.

Контингент читачів або користувачів бібліотеки (користувальницький компонент – ПК). Користувач – головний об'єкт діяльності будь-якої бібліотеки. Він є суб'єктом, що звертається до інформаційної системи або посередника щодо отримання необхідної йому інформації та користується нею. Під поняттям «користувач» розуміють

«читача», «абонента МБА», «відвідувача», тобто індивідуума або організацію, що користується ресурсами бібліотек і інформаційних центрів у місцях їхнього розташування або у віддаленому режимі роботи.

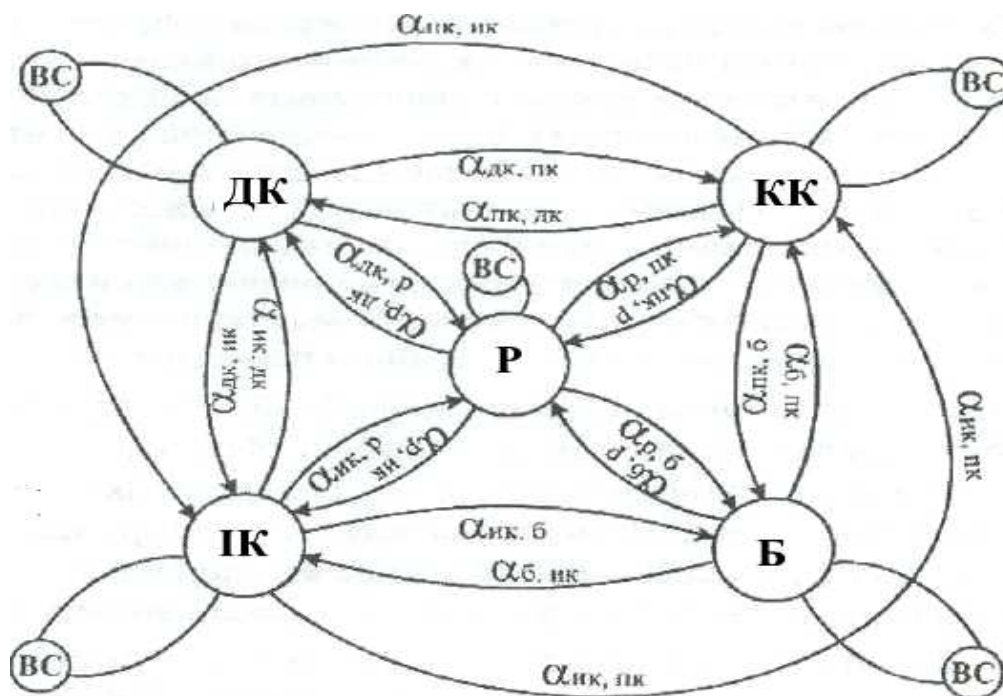


Рисунок 3.1 — Структура бібліотеки

Персонал бібліотеки (Р) – різні категорії та професії, тобто ті людські ресурси, які забезпечують діяльність бібліотеки у межах її функцій і завдань.

Інформаційний компонент (ІК) – довідково-пошуковий апарат, інформаційні системи і бази даних щодо фонду бібліотеки в традиційному або електронному вигляді.

Інфраструктура – органи та апарат керівництва бібліотеки; приміщення, книгосховища, системи зв'язку; технічне, технологічне, офісне та допоміжне устаткування, необхідне для забезпечення роботи персоналу та обслуговування користувачів (Б).

Я. Л. Шрайберг пропонує розглядати бібліотеку як кінцевий орієнтований циклічно граф [115, 136]. Вершини графа визначають функціональні структурні компоненти системи; множина інформаційно - функціональних і технологічних зв'язків відображає динаміку взаємодії різнорідних, але рівноправних, з погляду системоутворення, елементів. Циклічні зв'язки характеризують сукупність зовнішніх зв'язків, зокрема відносну незалежність кожного компонента в зовнішньому середовищі (ВР).

Слід зазначити, що деякі автори пропонують модель бібліотеки, побудованої за функціональною ознакою [139]. З огляду на те, що призначення бібліотеки – задоволення запитів користувачів щодо

інформації, бібліотека розглядається як деяка пошукова система, що складається із чотирьох елементів:

- інформація, наявна в бібліотеці;
- інформація на різних носіях поза бібліотекою;
- користувач інформації;
- система пошуку.

Такий варіант є різновидом попередньої моделі і може утворитися на наступних рівнях її структуризації.

Зазначені елементи пошукової системи є структуроутворюючими компонентами. Однак ними характеристика її системи не вичерпується, оскільки не враховуються її функціональні особливості. У зв'язку з цим під час моделювання або проектування бібліотеки важливо проаналізувати процеси, що у ній відбуваються. Такі процеси є основними елементами, певного напрямку діяльності бібліотеки. Під процесом розуміють спосіб дії, спрямований на стримання певного результату.

Всі процеси, що визначають діяльність бібліотеки, поділяються на чотири групи:

- технологічні;
- обслуговувальні;
- інформаційного забезпечення;
- адміністративно-управлінські.

До технологічних процесів належать такі:

- комплектування: придбання різних джерел інформації відповідно до потреб читачів і функцій бібліотеки;
- обробка документів: виконання робіт, що забезпечують можливість;
- раціонального зберігання документа в бібліотеці та видачі його читачеві (класифікація, проставлення штрих-кодів, шифрів тощо);
- розміщення і розставляння фондів, що припускають вибір системи
- розставляння (систематичну, інвентарною-інвентарній-форматно-інвентарної), розроблення структури фонду за складом, обсягом, призначенням: підсобного, спеціалізованого, базового зберігання;
- облік і перевірка фонду: організація впорядкованої системи збору;
- реєстрації, узагальнення та подання в кількісному вираженні інформації про склад і структуру бібліотечного фонду;
- забезпечення збереження бібліотечного фонду: розроблення та реалізація;
- заходів щодо проведення санітарно-гігієнічних, палітурних і реставраційних робіт, щодо усунення втрат, розкрадання, пошкодження документів;

- доставка документів за запитами читачів у пункти видачі;
- керування фондом: визначення потреб читачів щодо джерел інформації та способів задоволення цих потреб, обсягів і джерел фінансування.

Процесами бібліотечного обслуговування є такі:

- обслуговування в читальних залах і на абонементях;
- обслуговування за міжбібліотечним абонементом, зокрема електронна
- доставка документів;
- спеціальні види обслуговування: для окремих категорій читачів, за кошти
- та безкоштовно, тощо;
- керування бібліотечним обслуговуванням: визначення режиму роботи відділів обслуговування в умовах обмеженості фінансових і кадрових ресурсів бібліотеки, з одного боку, і потреб читачів – з іншого; розроблення та упровадження заходів щодо підвищення оперативності та комфортності обслуговування, скорочення кількості відмов на запити документів.

Процеси інформаційного забезпечення – це:

- організація і ведення каталогів;
- інформаційно-бібліографічне обслуговування: інформування читачів про
- необхідні їм джерела інформації або безпосередньо про саму інформацію та надання допомоги щодо їхнього пошуку;
- керування інформаційно-бібліографічним обслуговуванням;
- удосконалення структури довідково-пошукового апарату з метою приведення його у відповідність до сучасних наукових уявлень та спрощення процедури пошуку; забезпечення повноти відображення в каталогах літератури та інших джерел інформації, розроблення та використання нових форм і методів інформаційного обслуговування.

Адміністративно - управлінські процеси передбачають:

- розвиток організаційної структури бібліотеки;
- керування заробітною платою;
- матеріально-технічне забезпечення;
- керування персоналом.

Зазначене вище дає змогу стверджувати, що керування сучасною бібліотекою передбачає всебічну оцінку параметрів її функціонування, оперативне і якісне реагування на зміни, що відбуваються в ній. Необхідно комплексно оцінювати велику кількість різномірної інформації, оперативно приймати рішення та прогнозувати їхні наслідки.

У наш час став очевидним той факт, що для підвищення якості обслуговування наукові бібліотеки потребують розроблення засобів ефективного керування їхньою роботою. Ефективне керування стало

звичним в деяких країнах, а в інших тільки почало застосовуватися. Це пояснюється істотними змінами, що вплинули на організаційну структуру бібліотек [30, 34, 35, 82, 135, 137]:

- Усе більше матеріалів пропонується в непаперовому варіанті (зазвичай, в електронному), і ці матеріали мають бути доступні для користувача.
- Природні ресурси поступово виснажуються, і фонди, так само як і організація бібліотечного обслуговування, повинні адаптуватися до умов, що змінюються. Необхідно знайти засоби ефективного використання ресурсів.
- В умовах зменшення коштів, що виділяються на розширення фондів і збільшення обсягів інформаційних ресурсів, доступних через інтернет, змінюється роль бібліотекаря. Зі зберігача фонду книг він перетворюється на фахівця, що забезпечує доступ до інформації.
- Бібліотеки, як і інші організації – провайдери послуг, повинні переконливо доводити, що виділені їм кошти використовуються ефективно, що вони пропонують високоякісні послуги.

У міжнародній практиці бібліотека університету розглядається як багатоцільова система. Однак процес керування бібліотекою не вважається багатокритерійним завданням, зазвичай він розглядається як ефективне керування якістю обслуговування і, в остаточному підсумку, зводиться до оптимізації його окремих складників [142, 146, 155, 156].

Поняття про якість керування формувалося поступово. Спочатку під нею розуміли контроль та експертизу продукції. Пізніше – більш широко – аналіз послуг, що надаються, і всієї організаційної структури. У цьому сенсі якість – це відповідність позначеної мети «призначенню» послуги або продукції. «Призначення» послуги або продукції встановлюється споживачами. Отже, якість не є ні самостійним, «ізолюваним» стандартом, ні стандартом вищого рівня; вона оцінюється споживачами в кожній конкретній організації. Якість визначається як «повний набір властивостей і характеристик продукту або послуги, які стосуються здатності задовольняти зафіксовані або які мають на увазі потреби» [42, 118, 152]. У визначенні, що містить поняття про потреби «які мають на увазі», стосовно до бібліотек передбачається, що, окрім поточних вимог, мають враховуватися майбутні потреби, наприклад формування фондів.

Керування якістю містить три етапи: планування, контроль, поліпшення якості обслуговування. Для сучасних університетських бібліотек керування якістю обслуговування передбачає таке [42]:

- визначення призначення бібліотеки та основної групи користувачів;
- встановлення наявних і передбачуваних потреб користувачів;

- установлення довгострокових цілей і короткострокових завдань;
- створення адекватних щодо потреб послуг;
- надання цих послуг на максимально високому рівні;
- визначення ефективності роботи і її зіставлення з наявними цілями;
- створення умов для постійного підвищення ефективності роботи;
- увага до потреб і запитів користувачів та забезпечення високої якості обслуговування.

Загальний вигляд процесу керування сучасною бібліотекою університету (підвищення якості обслуговування користувачів) схематично зображений на рисунку 3.2.

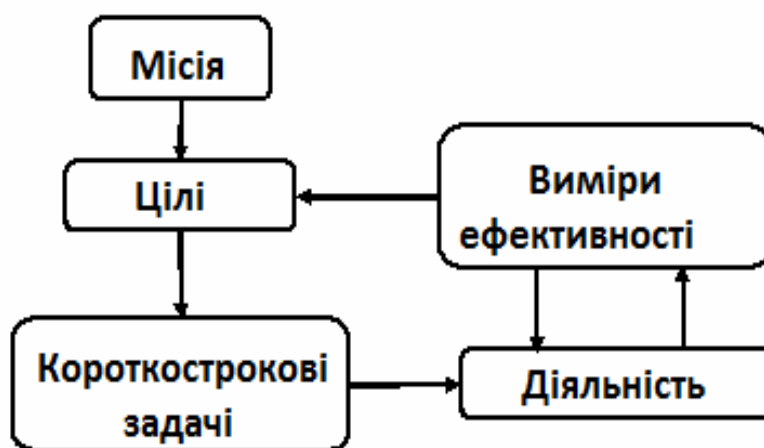


Рисунок 3.2 — Процедура керування бібліотекою

Оскільки якісне обслуговування завжди пов'язане з цілями, то в кожній університетській бібліотеці воно визначається її цілями та призначенням. Отже, перш ніж стверджувати про відповідність стандарту якості, бібліотека повинна визначити свої завдання та цілі. Перш за все необхідно визначити сферу діяльності бібліотеки вищого навчального закладу. Визначаючи завдання бібліотеки, необхідно враховувати основну групу користувачів, яких вона буде обслуговувати, і види послуг, які будуть пропонуватися. Завдання бібліотеки

вищого навчального закладу можуть бути такими [118]: *відбирати, комплектувати, систематизувати інформацію та забезпечувати доступ до неї користувачам, перш за все основній їхній групі, а саме співробітникам установи.*

Довгострокові цілі можуть бути встановлені відповідно до призначення бібліотеки. Орієнтуючись на наведені вище завдання бібліотеки, можна сформулювати цілі для кожної окремої бібліотеки. Зазвичай цілі передбачають і оптимізацію бібліотечних процесів.

3.2 Аналіз існуючих критеріїв оцінювання якості діяльності бібліотеки

У міжнародній практиці керування сучасною бібліотекою розуміють як ефективне керування якістю обслуговування.

Як кількісний показник, що застосовується для оцінювання ефективності роботи бібліотеки, використовують поняття «індикатор ефективності» [42]. На думку багатьох, найбільш повне визначення індикатора ефективності роботи сформулював Р. Орр у 1973 р. [118]. Цей індикатор повинен бути дієвим, інформативним, надійним, таким, що відтворюється, зручним і зручним для порівняння. Ці характеристики актуальні і тепер [135–140].

Індикатор ефективності повинен бути *дієвим* (ефективним) щодо того, що він буде вимірювати. Це дуже важливий момент. Індикатор застосовується для отримання відповіді на конкретне питання, і результати його вимірювань повинні бути цією відповіддю.

Індикатор має бути *надійним* (точним), тобто не двозначним. Це вимога, яку виконати складно, оскільки індикатори ефективності роботи дають змогу проаналізувати ставлення або думку, які важко виміряти кількісно.

Індикатор повинен бути таким, що відтворюється: одне й теж повинно обчислюватися або вимірюватися однаково. Отже, необхідно, щоб процес вимірювання був чітко описаний, а дії, особи або предмети, що оцінюються, чітко визначені. Вимірювання повинно давати змогу порівняти ефективність роботи як однієї бібліотеки в різні моменти часу, так і різних бібліотек аналогічного типу.

Індикатор має бути *корисним* (інформативним) під час прийняття рішень, а саме:

- вказувати на причини низької ефективності роботи, наприклад недостатність у користувача необхідних знань, відсутність потрібних ресурсів у ключових місцях, недоліки організації робочих потоків бібліотеки;
- визначати потреби користувача;
- допомагати знаходити шляхи досягнення більш високої ефективності роботи.

Індикатор повинен бути *зручним* («дружнім») для користувача, що спростить його застосування в бібліотеках. Ця властивість не є обов'язковим критерієм. Якщо бібліотека зацікавлена в отриманні інформації з конкретних напрямків, то може бути застосована більш тривала і складна процедура оцінювання.

Критерії ефективності роботи бібліотеки, що застосовуються в різних країнах, описані в роботах [74, 152, 155]. У цьому розділі ми зупинимося лише на індикаторах, рекомендованих Міжнародною федерацією бібліотечних асоціацій і установ (IFLA) [42, 118].

Для вимірювання ефективності роботи бібліотек IFLA рекомендує 17 індикаторів.

Загальне використання бібліотеки та її засобів.

1. Охоплення користувачів.
2. Відповідність розкладу роботи бібліотеки потребам користувачів.

Якість фонду.

3. Експертні оцінки.
4. Використання фонду.
5. Використання фонду за предметними областями.
6. Документи, які не використовуються.

Якість каталогу.

7. Пошук за назвою.
8. Пошук за предметною рубрикою.

Доступність документів у фонді.

9. Оперативність комплектування.
10. Оперативність обробки книг.
11. Доступність.
12. Час доставки документа.
13. Оперативність МБА.

Довідкова служба.

14. Показник отримання коректної відповіді.

Віддалене використання.

15. Обслуговування віддалених користувачів.

Задоволеність користувача.

16. Задоволеність користувача.
17. Задоволеність користувача віддаленими видами послуг.

IFLA пропонує розглядати ефективність діяльності бібліотеки з погляду користувача, або якості надання послуг. Ця ефективність, однак, не завжди корелюється з економічною. Так, університетська або інша наукова бібліотека, відповідно до оцінки користувача, може мати високий рівень якості обслуговування, а проте, використовувати ресурси досить неефективно. Джерела витрат і економічної ефективності тісно пов'язані з національними та місцевими фінансовими структурами. Оскільки існують величезні розходження між рівнями бюджету та обсягами фінансування бібліотек у різних країнах, IFLA не вважає доцільним введення універсальних показників економічної ефективності.

У країнах колишнього СРСР оцінювання якості роботи бібліотеки тісно пов'язане з бібліотечною статистикою [67]. Діяльність бібліотеки оцінюється з погляду відповідності основних статистичних показників нормативним значенням. Ведення бібліотечної статистики необхідне для надання органам державного і суспільного керування бібліотечною справою повної та достовірної статистичної інформації про стан бібліотечної сфери [118].

Протягом останніх десяти років пріоритети щодо традиційної інтерпретації бібліотечної статистики змінюються. Теорія бібліотечної статистики стає основою для розроблення концептуальних подань і

системного підходу до дослідження функцій, ланок, факторів інноваційного розвитку, підвищення ефективності управлінської діяльності. На сучасному етапі можна сформулювати такі завдання бібліотечної статистики [42]:

- розроблення системи показників, що характеризують масштаби, темпи,
- пропорції розвитку бібліотечної діяльності;
- розроблення методології статистичного оцінювання та аналізу інновацій і їхніх результатів;
- створення методів розрахунку та взаємного ув'язування показників, аналіз факторів, що визначають головні тенденції розвитку;
- забезпечення спостереження за бібліотечною діяльністю з метою своєчасного виявлення проблем функціонування;
- дослідження фактичних даних для прогнозування розвитку тих або інших напрямків і ситуацій.

Зазначені вище завдання ще тільки сформульовані, але не вирішені. Їх вирішення сприятиме розробленню алгоритмів і методів визначення критеріїв, що адекватно характеризують процедуру автоматизованого керування сучасною бібліотекою вищих навчальних закладів.

3.3 Використання методу когнітивної карти під час побудови векторного критерію якості керування бібліотекою

Сучасна університетська бібліотека – багатоцільова система, а керування такою системою – багатокритерійна задача. Розглянемо процедуру формування векторного критерію з погляду теорії прийняття рішень у багатокритерійних задачах [123–130, 142–145, 148]. Формування переліку критеріїв зазвичай становить собою складну багатокрокову ітераційну процедуру, що не може бути повністю формалізована, тому що основну частину необхідної інформації можна отримати тільки шляхом опитування експертів. Вирішення цього завдання утруднюється необхідністю задоволення таких, іноді суперечливих, вимог:

- *повнота*: критерії повинні усебічно характеризувати рішення;
- *мінімальність*: необхідно обирати якомога меншу кількість критеріїв;
- *не надмірність*: різні критерії не повинні враховувати ті самі характеристики системи;
- *операційність*: кожний критерій повинен бути зрозуміло сформульований, чітким і однозначним змістом, характеризувати певні якості;
- *декомпозованість*: набір критеріїв повинен припускати можливість спрощення вихідного завдання шляхом розбивання (декомпозиції) на окремі, більш прості, частини.
- *вимірність*: кожний критерій повинен припускати можливість оцінювання інтенсивності якості, що характеризується.

Перелічені вимоги суперечать одні одним і не можуть бути задоволені одночасно. Вимога мінімальності орієнтує на агрегування (об'єднання) критеріїв, що суперечать вимогам операційності і вимірності, оскільки об'єднання критеріїв утруднює розуміння їхнього значення, утрачається однозначність, їх важче визначати. З іншого боку, вимоги повноти та операційності орієнтують на збільшення кількості критеріїв, тому під час формування набору критеріїв у задачах доводиться обирати компромісні варіанти, визначальними для яких є цілі, задачі аналізу і особливості конкретної системи.

У роботі пропонується застосовувати векторний критерій, що використовується для розв'язання задачі підтримки прийняття рішень під час керування сучасною бібліотекою за допомогою методу когнітивних карт.

Процес генерації рішень, заснований на евристичних перевагах особи, що приймає рішення (ОПР), можна розділити на три послідовних етапи [123–128]. Кожен етап в системі підтримки прийняття рішень (СППР) повинен співпадати з відповідною підсистемою генерації рішень. У СППР можуть бути включені не всі три підсистеми, до того ж кожна із цих підсистем може функціонувати самостійно. Отже, етапи процесу генерації рішень такі:

1. *Формування когнітивної карти.* На цьому етапі визначаються основні фактори, що впливають на вирішення проблеми, і їхні причинно-наслідкові зв'язки. Система підтримки прийняття рішень стає засобом, що полегшує змістовий аналіз цих зв'язків, ступінь впливу різних факторів один на одного та на систему загалом, а це зі свого боку, допомагає експертові або ОПР шляхом застосування неформальних методів виробити рішення на підставі проведеного аналізу.

2. *Створення бази знань експертної системи.* Після того, як на підставі когнітивного аналізу ухвалене рішення про виконання певного набору дій (операцій), у базу даних експертної системи записуються умови, за яких можуть бути виконані ці дії, і деталі їхнього виконання відповідно до створених обставин. На основі цієї інформації, записаної в базі знань, експертна система, з урахуванням конкретних обставин, обирає рішення про порядок виконання операцій (дій).

3. *Формування множини сценаріїв.* Розглядаючи набір операцій, отриманий внаслідок когнітивного аналізу або сформований в експертній системі, система підтримки прийняття рішень створює можливі сценарії – послідовності виконання операцій. Сценарії можуть різнитися не тільки за послідовністю дій, але й за будовою. Визначення такого сценарію і є рішенням ОПР або рекомендацією експерта.

Розглянемо використання методу когнітивних карт для формування векторного критерію керування сучасною бібліотекою.

Когнітивна карта визначається як «вид математичної моделі, поданої у вигляді графа, що дає змогу описати суб'єктивне сприйняття людиною або групою людей якого-небудь складного об'єкта, проблеми чи

функціонування системи. Когнітивна карта призначена для виявлення структури причинних зв'язків між елементами системи, складного об'єкта, що становлять проблеми й оцінки наслідків які виникають, якщо впливати на ці елементи або змінювати особливості зв'язків між ними» [124].

Теорія графів надає засоби відображення структури причинно-наслідкових зв'язків: це шляхи, цикли і компоненти. Вони використовуються для аналізу складних структур взаємозалежностей [115]. Ці три об'єкти можуть взаємодіяти один з одним і кожен з них може бути схарактеризований як позитивний або негативний.

Елементи досліджуваної системи називаються концептами. Концепти в графі подаються як вершини, причинно-наслідкові зв'язки – як спрямовані дуги, що зв'язують концепти. Такий вид графічного подання досліджуваної системи називається когнітивною картою.

Когнітивна карта містить елементи двох типів: концепти та причинні зв'язки. Концепти розглядаються як змінні когнітивної карти, а причинні зв'язки – як відношення між кожною парою змінних. Відношення причинності може мати різні значення – позитивне, негативне й дорівнювати нулю. При позитивному значенні для двох змінних, які пов'язані між собою, зміни відбуваються в одному напрямку. При негативному значенні відношення причинності збільшення значення однієї зі змінних, зв'язаної цим відношенням, спричиняє зменшення значення іншої, і навпаки. Нульове відношення причинності свідчить про те, що дві концепти не зв'язані між собою.

Структуру когнітивної карти необхідно подавати як спрямований граф, у якому вершини є концептами, а дуги виражають відношення причинності. Дуги можуть позначатися знаками «+», «-» або «0», які означають позитивне, негативне або нульове причинне відношення відповідно.

Розповсюдженість когнітивних карт пояснюється відносною легкістю подання загальної структури об'єкта, що досліджується, і причинних зв'язків між концептами.

Існує кілька методів побудови когнітивних карт.

1. Когнітивну карту створює ОПР використовуючи наявні знання і подання без залучення експертів і довідкових матеріалів. Ефективність цього методу визначається кваліфікацією ОПР, рівнем його знань та умінням визначати особливості відношень між концептами. Побудова когнітивної карти допомагає ОПР точніше уявити проблему, краще зрозуміти роль окремих концептів і особливості відношень між ними. Це, безумовно, найшвидший спосіб побудови когнітивної карти.

2. Побудова когнітивних карт на базі вивчення документів. Цей метод має дві переваги: він зручний і дає змогу використовувати дані, які має ОПР. Однак вивчення документів експертами – процес досить трудомісткий.

3. Побудова когнітивних карт на базі опитувань групи експертів, що мають можливість оцінити причинні зв'язки. Перевага цього методу

полягає в можливості агрегування індивідуальних думок експертів і в базуванні на більшому діапазоні оцінок, ніж можна знайти в досліджуваних документах.

4. Побудова когнітивних карт, заснована на відкритих вибіркових опитуваннях. Цей метод може бути використаний для побудови порівнюваних когнітивних карт. Його перевагою є можливість для дослідника вести активний діалог із джерелами інформації.

Застосування будь-якого із цих методів має список концептів (вершин знакового графа), список відношень причинності (дуг графа) і список значень відношень причинності кожної дуги.

3.3.1 Вибір найбільш значущих критеріїв, що характеризують функціонування бібліотеки

Головні труднощі побудови когнітивної карти для формування векторного критерію ефективності роботи сучасної бібліотеки полягають у наявності великої кількості концептів. Один з методів скорочення цієї кількості полягає в тому, що їх розміщують відповідно їхньої важливості шляхом опитування експертів і обирають найбільш значущі [75, 77].

На підставі аналізу літератури був визначений найбільш повний список змінних [77]. Усі змінні були розділені на вісім категорій відповідно до сфери застосування.

1. Фонд бібліотеки.
2. Кількість і склад читачів (користувачів) бібліотеки.
3. Штат бібліотеки.
4. Площа, яку займає бібліотека та окремі її підрозділи.
5. Фінансово-економічні показники.
6. Довідково-інформаційна робота в бібліотеці.
7. Технічні засоби, що використовуються в бібліотеці.
8. Рівень автоматизації бібліотеки.

Рівень важливості змінних визначався шляхом опитування експертів. Кожну змінну їм пропонувалося оцінити за двома параметрами – «абсолютна важливість» і «відносна важливість».

Абсолютна важливість визначалася за семибальною шкалою. Бал «1» означав «не має значення», бал «7» – «виняткова важливість».

Відносна важливість визначалася за стобальною шкалою. Порівнювалися змінні однієї і тієї ж категорії. Обиралася найважливіша, з погляду експерта, змінна кожної категорії, і їй привласнювався ранг 100. Інші змінні порівнювалися зі змінною, визначеною як найважливіша. Так, змінна, що отримала рейтинг 50, вважалася «удвічі менш важливою».

Існує багато методів вибору з деякого набору змінних, зокрема такі:

1. Вибрати одну або дві змінні з кожної підкатегорії, що мають найбільший абсолютний або відносний бал.

2. Вибрати змінні з кожної підкатегорії, що має абсолютну важливість не менше ніж 6 балів і/або відносну важливість не менше ніж 80 балів.

3. Вибрати всі змінні, незалежно від їхньої приналежності до тієї або іншої підкатегорії, що мають високий бал, наприклад не менше ніж 5 абсолютної значимості або не менше ніж 70 відносної. У цьому разі не всі підкатегорії будуть подані в списку обраних концептів.

4. Вибрати одну або дві змінні, отримані за кращою сумою балів абсолютної та відносної значущості.

Можна привести ще багато прикладів інших методів. Після того, як буде складений попередній список, його можна уточнювати різними способами.

Оцінити, який із запропонованих методів кращий або в яких випадках який метод застосовувати, дуже важко. Одна із причин цього полягає в тому, що не визначається важливість під категорії: усі підкатегорії змінних вважаються однаково важливими, хоча насправді це не так. До того ж у дослідженнях, що мають різні цілі, залежно від призначення дослідження, підкатегорії можуть мати різну значущість (важливість).

Припустимо, що важливість категорій різна, тому змінні обирають незалежно від їхньої приналежності до тієї або іншої підкатегорії. Обиралися змінні, що мають значення не менше ніж 5 абсолютної значущості та не менше ніж 80 відносної.

Інформація була отримана від експертів шляхом двох опитувань. Опитування № 1 визначало абсолютну важливість змінних, а опитування № 2 – відносну. Опитування, у яких взяли участь більше ніж 50 експертів (директорів бібліотек вишів, начальників відділів і інших фахівців), здійснювалися за допомогою інтернет-технологій. Експерти заповнювали спеціальні форми і надсилали відповіді до серверу, що обробляв результати.

Під час проведення опитування № 1 змінні були перемішані за допомогою датчика випадкових чисел, щоб мінімізувати ефект впливу порядку змінних. Крім того, експертам надавалася можливість додавати власні змінні.

За допомогою опитування № 2 визначалася відносна важливість змінних усередині кожної категорії.

Критерії, які були обрані експертами внаслідок проведення опитувань № 1 і № 2, наведені в таблиці. 3.1.

У цьому дослідженні під час формування списку критеріїв ми насамперед керувалися вимогами повноти, вимірності й операційності. У набір були включені відносні показники (критерії 13–22), які лінійно залежать від інших критеріїв.

Таблиця 3.1 — Множина концептів, сформована внаслідок опитування експертів

Назва	Одиниця виміру	Абсолютна важливість	Відносна важливість
1	2	3	4
1 Сумарний фонд бібліотеки	Екземпляр	6,5	95,4
2 Фонд наукової літератури	Екземпляр	5,9	82,9
3 Фонд навчальної літератури	Екземпляр	6,7	98,6
4 Сумарні надходження у фонд	Екземпляр	6,3	87,6
5 Надходження у фонд наукової літератури	Екземпляр	6,2	85,4
6 Надходження у фонд навчальної літератури	Екземпляр	6,8	97,3
7 Читачі бібліотеки	Читач	7,0	99,3
8 Відвідування бібліотеки	Відвідування	5,3	81,7
9 Загальна книговидача	Екземпляр	6,4	93,7
10 Книговидача навчальної літератури	Екземпляр	6,5	93,9
11 Книговидача наукової літератури	Екземпляр	6,5	92,7
12 Кількість співробітників у штаті бібліотеки	Штатна одиниця	6,8	97,4
13 Загальна оборотність (відносний показник дорівнює значенню сумарної книговидачі, поділеному на значення сумарного фонду бібліотеки)	Безрозмірна величина	5,0	81,7
14 Оборотність наукової літератури (відносний показник дорівнює книговидачі наукової літератури, поділеній на фонд наукової літератури)	Безрозмірна величина	6,3	90,1
15 Оборотність навчальної літератури (відносний показник дорівнює книговидачі навчальної літератури, поділеній на фонд навчальної літератури)	Безрозмірна величина	6,7	98,2

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
16 Загальна книгозабезпеченість (відносний показник, дорівнює сумарному фонду, поділеному на кількість читачів)	Безрозмірна величина	6,2	86,0
17 Книгозабезпеченість науковою літературою (відносний показник дорівнює фонду наукової літератури, поділеному на кількість читачів)	Безрозмірна величина	6,5	97,5
18 Книгозабезпеченість навчальною літературою (відносний показник дорівнює фонду навчальної літератури, поділеному на кількість читачів)	Безрозмірна величина	6,8	97,1
19 Загальна читаність (відносний показник дорівнює загальній книговидачі, поділеній на кількість читачів)	Безрозмірна величина	6,0	86,4
20 Читаність наукової літератури (відносний показник дорівнює книговидачі наукової літератури, поділеній на кількість читачів)	Безрозмірна величина	6,2	82,3
21 Читаність навчальної літератури (відносний показник дорівнює книговидачі навчальної літератури, поділеній на кількість читачів)	Безрозмірна величина	6,3	93,9
22 Відвідуваність (відносний показник дорівнює кількості відвідувань, поділеному на кількість читачів)	Безрозмірна величина	5,4	85,0
23 Фінансування комплектування	Грн.	6,1	94,8

Закінчення таблиці 3.1

1	2	3	4
24 Фінансування оплати праці	Грн.	5,7	92,7
25 Фінансування автоматизації	Грн.	5,0	85,9
26 Кількість місць у читальних залах	Робоче місце	6,4	96,3
27 Загальна площа бібліотеки	Кв. м.	6,7	98,1
28 Парк ЕОМ	Штука	5,6	87,9
29 Кількість записів в електронних каталогах	Запис	5,2	82,2

Опитування експертів засвідчило, що фахівці в галузі керування бібліотеками вважають важливими як абсолютні, так і відносні показники. Аналіз цих критеріїв дає змогу подивитися на проблему керування бібліотекою з різних боків. Після вилучення частини критеріїв, лінійно залежних від інших, отримаємо множину найбільш значущих критеріїв, що характеризують функціонування сучасної бібліотеки.

Вимоги вимірності не дають змоги включити до розглянутого набору критеріїв забезпеченості навчальною літературою, тому що на тепер не існує моделей, що адекватно оцінюють цей критерій. Проте, більше ніж 70 % експертів включили забезпеченість навчальною літературою до списку додаткових критеріїв, що свідчить про необхідність проведення подальших досліджень цього векторного критерію. Надалі будемо позначати цей критерій як № 0.

До множини найбільш значущих критеріїв належать такі:

- 1) сумарні надходження у фонд,
- 2) надходження у фонд наукової літератури,
- 3) надходження у фонд навчальної літератури,
- 4) парк ЕОМ,
- 5) кількість записів в електронних каталогах,
- 6) кількість відвідувань бібліотеки,
- 7) загальна книговидача,
- 8) книговидача наукової літератури,
- 9) книговидача навчальної літератури,
- 10) сумарний фонд бібліотеки,
- 11) фонд наукової літератури,
- 12) фонд навчальної літератури,
- 13) кількість читачів бібліотеки,
- 14) кількість співробітників у штаті бібліотеки,
- 15) фінансування на комплектування,
- 16) фінансування на оплату праці,
- 17) фінансування на автоматизацію,

18) кількість місць у читальних залах,

19) загальна площа бібліотеки.

Опитування експертів № 3 було проведене для того, щоб визначити, які критерії є керованими, а які – ні. Експертам було запропоновано розподілити критерії за трьома категоріями:

1. Керовані.

2. Індикаторні, що ілюструють стан бібліотеки.

3. Вихідні дані, що не міняються під час керування бібліотекою на деякому інтервалі часу.

Опитування показало, що керованими є критерії 1–5, індикаторними – критерії 6–9, вихідними даними – критерії 10–19 (табл. 3.2).

Слід зазначити, що отриманий набір критеріїв не є універсальним для всіх університетських бібліотек. Кожній бібліотеці необхідно проводити додаткові дослідження для обліку своїх специфічних особливостей.

Запропонована в цьому розділі методика дає змогу проводити опитування будь-якої кількості експертів і оцінювати довільну множину концептів.

3.3.2 Алгоритм формування векторного критерію

Формування векторного критерію методом когнітивних карт зазвичай здійснюється в три етапи [75]:

1. Узгодження списку концептів.

2. Узгодження відношень причинності між ними.

3. Узгодження значень відношень причинності.

У розділі 3.3.1 показано, що основні труднощі побудови когнітивної карти для формування векторного критерію ефективності роботи сучасної бібліотеки полягають у великій кількості концептів. Для зменшення цієї кількості концептів запропоновано їх ранжувати (шляхом опитування експертів) за важливістю та обирати найбільш значущі. Дані збиралися за допомогою інтернет-технологій, результати опитувань оброблялися автоматично.

Внаслідок опитування експертів була визначена множина найбільш важливих критеріїв, що характеризують якість функціонування сучасної університетської бібліотеки. До цієї множини був включений концепт «забезпеченість навчальною літературою», що більше ніж 70 % експертів включили до списку додаткових критеріїв.

Після визначення двадцяти змінних (концептів) було проведене ще одне опитування, щоб визначити відношення причинності для кожної пари змінних x , y , з можливими базовими значеннями відношень причинності.

1. Знак «+» означає, що ріст змінної x призведе до росту змінної y .

2. Знак «–» означає, що ріст змінної x призведе до зменшення змінної y .

3. Знак «0» означає, що змінювання змінної x не впливає на значення змінної y .

Результати опитування наведені в таблиці 3.2. Пари змінних, що не впливають один на одного, у таблиці відсутні.

Таблиця 3.2 — Відповіді експертів на можливі комбінації змінних

2	0–	+	8	6–	+	–6	13	+
3	0–	+	9	6–	+	–10	13	+
1	2–	+	7	8–	+	–14	13	+
6	2–	+	0	9–	+	–5	14	+
8	2–	+	7	9–	+	–16	14	+
0	3–	+	–0	10	+	–1	15	+
1	3–	+	–18	10	+	–2	15	+
6	3–	+	–19	10	+	–3	15	+
9	3–	+	–8	11	+	–4	17	+
5	4–	+	–9	12	+	–6	18	+

На підставі даних таблиці 3.3. був побудований знаковий граф, поданий на рисунку 3.3. Він використовується для якісної оцінки впливу окремих вершин (концептів, або критеріїв) на стійкість системи (векторного критерію). Граф допомагає визначити, як зміниться стійкість системи, якщо деякі вершини досить сильно вплинуть на один або кілька концептів чи змінять знак дуги.

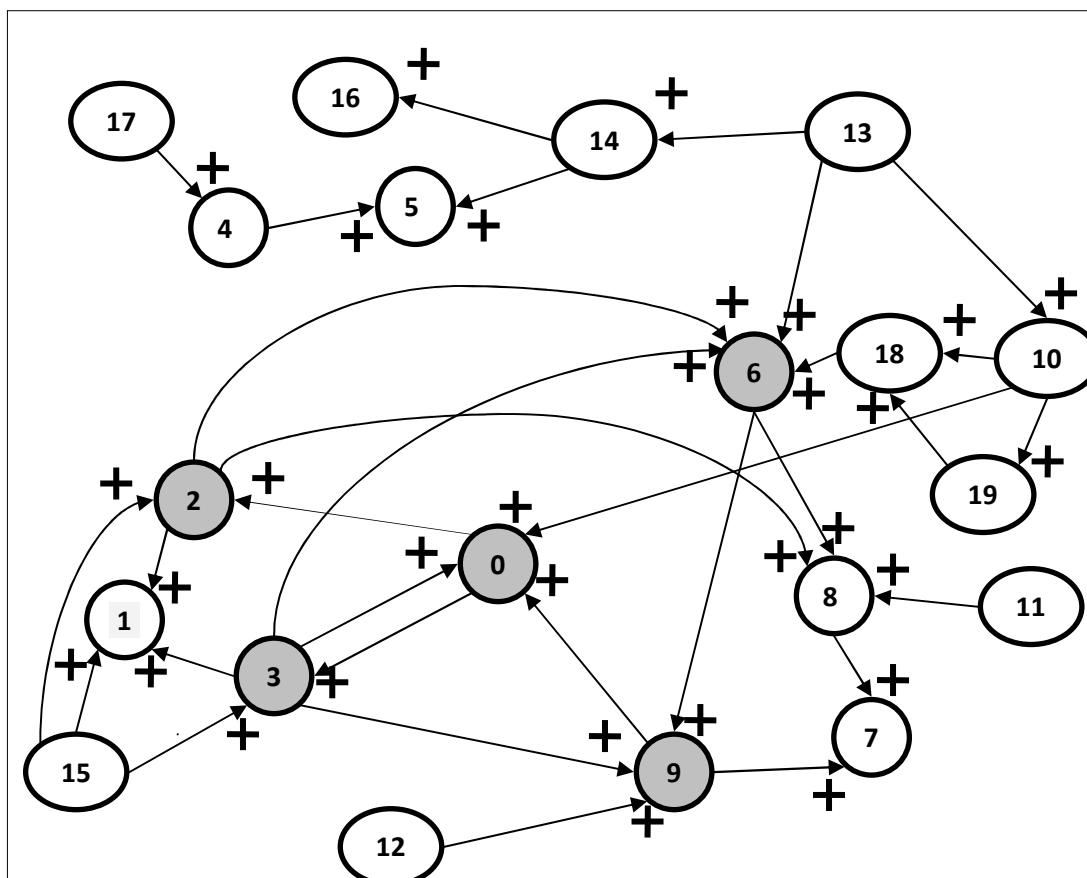


Рисунок 3.3 — Знаковий граф

Проведемо аналіз знакового графа та визначимо кількість позитивних і негативних зворотних зв'язків та множину вершин, що не впливають на інші.

Аналіз показує, що в знаковому графі відсутні негативні і є чотири позитивні зворотні зв'язки:

- $\{0-3-0\} (+, +);$
- $\{0-3-6-9-0\} (+, +, +, +);$
- $\{0-2-6-9-0\} (+, +, +, +);$
- $\{0-3-9-0\} (+, +, +).$

Якщо як і вхідний вплив обрано поліпшення критерію «забезпеченість навчальною літературою», то векторний критерій повинні становити концепти 0, 2, 3, 6, 9 (позначено на рис. 3.2 заливанням).

Якщо обрано інший вхідний вплив, що збуджує, то необхідно провести подібний аналіз із використанням когнітивних карт.

В [75, 77] показано позитивні та негативні сторони використання методу когнітивних карт для аналізу взаємного впливу змінних системи, однак перевагою їхнього використання є простота й наочність.

У разі введення в розгляд іншої групи критеріїв можливе проведення подібного аналізу з використанням когнітивних карт, тому що ця процедура повністю автоматизована.

3.3.3 Використання статистичних методів уточнення зв'язку між концептами

Головні труднощі побудови когнітивної карти для формування векторного критерію ефективності роботи сучасної бібліотеки спричиняє велика кількість концептів (індикаторів ефективності). У розділі 3.3.1 подано методику вибору найбільш значущих концептів за допомогою методу експертних оцінок, що передбачає проведення декількох опитувань експертів.

Проведення подібних опитувань може протривати досить довго. Крім того, як наслідок формується тільки список концептів, а для визначення зв'язків між концептами потрібно проводити нові опитування.

У цьому розділі пропонується використання статистичних даних щодо показників роботи бібліотек, отриманих на підставі річних звітів цих бібліотек.

Алгоритм побудови когнітивної карти в цьому разі можна описати так.

1. На підставі статистичного аналізу визначаються значення коефіцієнтів кореляції між концептами.

2. Якщо абсолютне значення коефіцієнта кореляції між двома концептами більше ніж деяке значення (наприклад 0,8), то між концептами існують відношення причинності. У протилежному разі передбачається, що концепти не пов'язані між собою.

3. Значення відношення причинності визначається знаком коефіцієнта кореляції.

4. Напрямок дуг знакового графа визначається опитуванням експертів. Наприклад, не викликає сумніву (і статистичні дослідження це підтверджують), що між концептами «фонд бібліотеки» і «кількість читачів» існує позитивне відношення причинності. Експертам пропонується встановити (табл. 3.3), який показник є основним, а який – залежним (можливий також і взаємний вплив).

Таблиця 3.3 — Можливі варіанти напрямків дуг знакового графа

Комбінації змінних	Кількість читачів, що залежить від кількості екземплярів у фонді	Кількість екземплярів у фонді, що залежить від кількості читачів	Взаємна залежність
Читачі – фонд	0	+	+
Фонд – читачі	+	0	+

Як вихідні дані була обрана статистична інформація про бібліотеки, що збирається та зберігається в центральному методичному кабінеті наукової бібліотеки Московського державного університету. Українська бібліотечна статистика відрізняється незначно [58]. Інформація отримана зі звітів шістнадцяти вищих навчальних закладів Російської Федерації.

Досліджувалися такі статистичні показники (усього 66 концептів):

1) фонд бібліотеки (кількість екземплярів):

- зокрема наукова література;
- зокрема навчальна література;
- зокрема художня література;
- зокрема закордонна література;
- зокрема обмінний фонд;

2) надійшло у фонд бібліотеки (кількість екземплярів):

- зокрема наукова література;
- зокрема навчальна література;
- зокрема художня література;
- зокрема закордонна література;

3) вибуло з фонду бібліотеки (кількість екземплярів);

4) представлено у відкритому доступі (кількість екземплярів);

5) кількість читачів по єдиному читацькому квитку:

- зокрема студентів;
- обслуговано структурними підрозділами;

6) кількість відвідувань;

7) книговидача:

- зокрема наукова література;
- зокрема навчальна література;
- зокрема художня література;
- зокрема закордонна література;

8) міжбібліотечний абонемент (МБА):

- кількість абонентів;
- вислано літератури;
- отримано літератури;

9) Довідково-інформаційна робота:

- довідки, усього;
- зокрема тематичні;
- теми вибіркового розповсюдження інформації та диференційованого забезпечення керівництва;

- дні інформації;
- дні кафедр, дисциплін, спеціальностей;
- науково-допоміжні та рекламні показчики;

10) бібліотечно-бібліографічні заняття (загальна кількість годин):

- для студентів молодших курсів;
- для студентів старших курсів;

11) штат бібліотеки (кількість співробітників):

- з вищою освітою;
- з вищою бібліотечною освітою;
- із середньою освітою;
- із середньою фаховою освітою;
- із середньою бібліотечною освітою;

11) відносні показники;

- 12) відвідуваність;
- 13) обертаність:
 - зокрема наукова література;
 - зокрема навчальна література;
 - зокрема художня література;
 - зокрема зарубіжна література;
- 14) книгозабезпеченість:
 - зокрема наукова література;
 - зокрема навчальна література;
 - зокрема художня література;
 - зокрема зарубіжна література;
- 15) читаність:
 - зокрема наукова література;
 - зокрема навчальна література;
 - зокрема художня література;
 - зокрема зарубіжна література;
- 16) кількість місць у читальних залах;
- 17) загальна площа бібліотеки;
- 18) розмножувальна техніка;
- 19) парк ЕОМ (усього штук):
 - зокрема АРМ для читачів;
- 20) кількість баз даних:
 - загальна кількість записів;
- 21) кількість записів в електронному каталозі:
 - зокрема введено за рік;
 - зокрема подано в інтернеті.

Нумерація концептів відображає ієрархічну структуру множини індикаторів ефективності.

Зупинимося на визначенні відносних показників. У формулах індекс змінних унизу позначає номер концепту, а верхній індекс (i) – тип літератури (0 – уся література, 1 – наукова література, 2 – навчальна література, 3 – художня література, 4 – зарубіжна література).

Відвідуваність (K_{12}), обертаність ($K_{13}^{(i)}$), книгозабезпеченість ($K_{14}^{(i)}$), читаність ($K_{15}^{(i)}$) визначаються за формулами:

$$K_{12} = \frac{K_6}{K_5}, \quad K_{13}^{(i)} = \frac{K_7^{(i)}}{K_1^{(i)}}, \quad K_{14}^{(i)} = \frac{K_1^{(i)}}{K_5}, \quad K_{15}^{(i)} = \frac{K_7^{(i)}}{K_5},$$

де $K_1^{(i)}$ – кількість екземплярів у фонді бібліотеки (взагалі і за типами літератури);

K_5 – кількість читачів;

K_6 – кількість відвідувань;

$K_7^{(i)}$ – книговидача (загальна і за типами літератури).

На етапі попереднього статистичного аналізу необхідно відкинути «нетипові» дані, тобто дані, що суперечать установленим у цій предметній області фактам.

У нашому прикладі коефіцієнт кореляції між концептами «фонд бібліотеки» і «кількість читачів» дорівнює 0,4. Відсутність взаємозв'язку між цими концептами суперечить практиці керування бібліотекою та спричинена, імовірно, помилками у вихідних даних. Розглянемо конкретні значення концептів (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 — Чисельні значення показників «кількість читачів» і «кількість екземплярів у фонді»

Назва вищих навчальних закладів	Читачі	Фонд
Хабаровський державний інститут мистецтв і культури	1 173	114 075
Далекосхідна державна академія фізичної культури	2 238	117 664
Амурська державна медична академія	2 473	273 637
Далекосхідний юридичний інститут	3 099	157 282
Благовіщенський державний педагогічний інститут	3 721	232 931
Далекосхідна академія державної служби	3 954	109 602
Комсомольський-на-Амурі державний педагогічний університет	5 389	404 648
Комсомольський-на-Амурі державний технічний університет	5 779	527 798
Благовіщенський державний педагогічний університет	6 112	524 369
Хабаровський державний педагогічний університет	6 298	477 258
Амурський державний університет	6 500	2 401 343
Далекосхідний державний медичний університет	8 001	584 853
Далекосхідна державна академія управління	8 685	393 229
Хабаровська державна академія економіки й права	11 145	360 559
Далекосхідний державний університет шляхів сполучення	15 811	845 075
Хабаровський державний технічний університет	17 375	1 084 826

Графік залежності кількості екземплярів у фонді від кількості читачів наведений на рисунку 3.4.

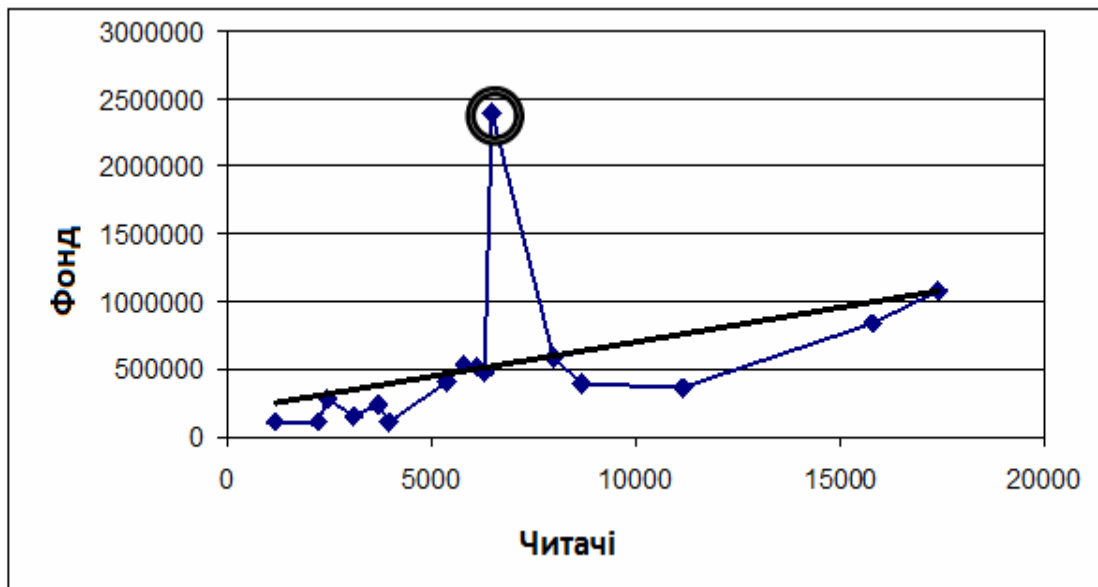


Рисунок 3.4 — Вихідна залежність

Точка, позначена кружком, «випадає» із загального ряду. Відкинемо цю точку (дані, що стосуються Амурського державного університету). Новий графік залежності поданий на рисунку 3.5.

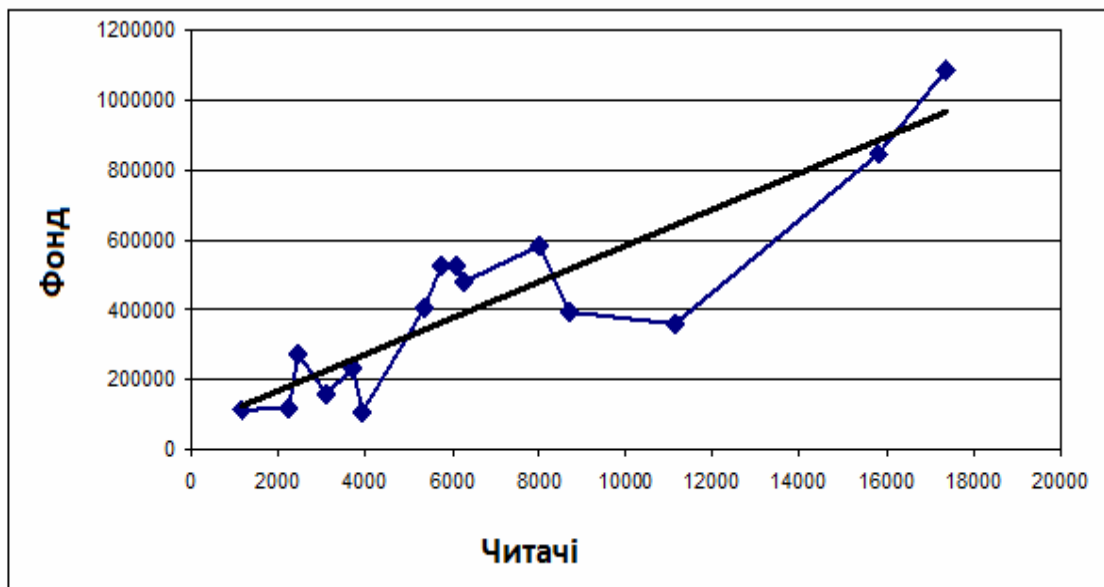


Рисунок 3.5 — Залежність після виправлення вихідних даних

Після виправлення вихідних даних коефіцієнт кореляції між концептами «фонд бібліотеки» і «кількість читачів» дорівнює 0,9.

Правила виправлення вихідних даних записуються в базу знань СППР і автоматично застосовуються до інших даних.

Розглянемо алгоритм визначення зв'язків між концептами. У разі використання традиційних методів побудови когнітивної карти для кожної пари концептів необхідно зробити запити до експертів щодо інформації

про наявність відношень причинності, значення цих відношень і напрямки дуги знакового графа. Навіть якщо об'єднати всю цю інформацію в одне питання, то для 66-ти концептів необхідно поставити 2 145 питань. У цьому разі кількість питань дорівнює кількості всіх можливих зв'язків між концептами.

Застосування статистичних методів для визначення зв'язків між концептами (табл. 3.5) дає змогу значно скоротити кількість питань.

Таблиця 3.5 — Результати статистичного аналізу

Граничне значення коефіцієнта кореляції	0,7	0,8	0,9
Кількість концептів, що мають зв'язки з іншими концептами	54	46	26
Кількість зв'язків між концептами	246	138	42

При значенні граничної ймовірності 0,7 кількість питань скорочується в 9 разів, при значенні 0,8 – в 16 разів, а при значенні 0,9 – в 51 раз.

Усі отримані статистичні залежності та результати опитування експертів записуються в базу знань і можуть бути використані для аналізу інших наборів даних.

Отже, запропоновані методи не можуть повністю замінити традиційні методи побудови когнітивної карти. Однак, статистичний аналіз дасть змогу відокремити з розгляду свідомо некоректні зв'язки між концептами і значно скоротити час, необхідний для формування векторного критерію [51].

Наявність бази знань СППР сприятиме формалізуванню інтуїтивних уявлень експерта або ОПР і дасть змогу використати накопичені знання для аналізу інших наборів даних.

3.4. Змістове визначення задачі розподілу навчальної літератури

Задача визначення забезпеченості навчальною літературою, що вирішується за допомогою засобів обчислювальної техніки, може стати важливим засобом аналізу діяльності бібліотеки вищого навчального закладу та оцінювання якості навчального процесу.

Робота з навчальною літературою має низку особливостей, що відрізняють її від інших видів бібліотечної діяльності. Насамперед, це значні обсяги інформації, з якими доводиться мати справу бібліотекарів. До того ж така інформація не статична, вона змінюється відповідно до навчального процесу та складу книжкового фонду. Розподіл навчальної літератури для видачі, особливо якщо одні і ті ж видання використовуються одночасно для різних дисциплін і спеціальностей, потребує багато часу і зусиль. Вирішального значення набувають досвід роботи і здатність бібліотекаря запам'ятовувати інформацію. Завжди зберігається небезпека того, що якийсь видання або якась частина

читацького контингенту виявляться поза увагою; нарешті, можлива звичайна арифметична помилка.

У цьому розділі визначено змістовно задачу забезпеченості навчальною літературою. Визначення поняття «коефіцієнт забезпеченості навчальною літературою» і область його застосування повинно бути однозначним.

Великий обсяг інформації, що обробляється при визначенні забезпеченості навчальною літературою, вимагає, щоб для вирішення цього завдання були застосовані засоби обчислювальної техніки. Отже, необхідно визначити інформаційні потоки і алгоритми обробки інформації.

Підсистема визначення забезпеченості навчальною літературою повинна функціонувати як частина системи підтримки прийняття рішень, тому особливу увагу необхідно приділити формам подання вихідної інформації. Ця інформація необхідна експертові вищого рівня для прийняття рішень.

Традиційно вважається, що коефіцієнт книго забезпеченості – це кількість екземплярів навчальної літератури, що припадає на одного студента, тобто

$$K = \frac{N_b}{N_s},$$

де N_b – кількість екземплярів навчальної літератури у фонді бібліотеки,

N_s – кількість студентів.

Такий підхід до визначення поняття «коефіцієнт забезпеченості навчальною літературою» має істотні недоліки [16–26, 29, 53, 64, 69, 78, 82].

По-перше, у цьому разі ігнорується якісна сторона – як впливає обсяг фонду бібліотеки на навчальний процес. За основу береться кількісний аспект: що більша екземплярність навчальної літератури, то вищий показник книгозабезпеченості бібліотеки. Це означає, що задля збереження високого показника книгозабезпеченості бібліотека буде проводити ті самі заходи, що й у період, коли основним показником для віднесення бібліотеки до тієї або іншої категорії був обсяг фонду бібліотеки. Прагнучи не допустити зменшення цього обсягу, бібліотеки фактично припинили списання застарілих видань. Вони негайно відновили цю роботу, щойно обсяг фонду перестав впливати на категорію бібліотеки.

По-друге, коефіцієнт забезпеченості виявляється надуманим і непотрібним показником. Який висновок можна зробити з того, що в одному вузі коефіцієнт книгозабезпеченості з дисципліни «Фізика» дорівнює 2,5, а в іншому – 1,4? Окрім того, що в першому навчальному закладі з курсу фізики використовується більша кількість літератури, більше нічого визначити не можна.

По-третє, крім функціональної невизначеності, коефіцієнт

забезпеченості недостовірний і в кількісному вираженні. Що чинить кафедра, якщо у разі відкриття нових спеціальностей навчальна література в бібліотеці відсутня? З фонду наукової літератури відбираються видання, сума екземплярів яких під час розподілу серед студентів давала б необхідний коефіцієнт. Отже, навіть за повної відсутності навчальної літератури коефіцієнт забезпеченості сприяє доведенню обсягу фонду до рівня встановлених норм.

Небезпека подібних дій полягає в тому, що коефіцієнт книгозабезпеченості не залишається якоюсь абстрактною, неважливою для бібліотеки величиною. Він спрацьовує поступово: коли розпочинаються заняття, бібліотека отримує безліч запитів щодо тієї літератури, яку відібрала кафедра під час розрахунку коефіцієнта книгозабезпеченості. І задовольнити ці запити з огляду на недостатню кількість примірників рекомендованих видань, бібліотека не в змозі. Незручності через це відчують і студенти, які не можуть отримати потрібну їм літературу, і працівники бібліотеки, і, природно, знижується якість навчального процесу.

З огляду на викладене вище можна сформулювати вимоги щодо коефіцієнта забезпеченості навчальною літературою.

Коефіцієнт книгозабезпеченості – це ступінь, повнота забезпеченості книгами того контингенту студентів, для яких ці видання призначені. Він визначає співвідношення наявного ресурсу до необхідного, потенційно задоволеного попиту (кількість наявних екземплярів) до загальної потреби щодо книг (кількість студентів, що вивчають дисципліну або дисципліни, з яких ці книги використовуються).

Із прийнятого нами визначення коефіцієнта книгозабезпеченості встановлюється граничне значення останнього. Здоровий глузд підказує, що верхня межа книгозабезпеченості не є нескінченною. Межею забезпеченості є ситуація, коли на кожного студента припадає одна книга (якщо з дисципліни використовується одна назва), або по одній книзі кожної назви (якщо з тієї ж дисципліни використовується кілька назв). Отже, коефіцієнт книгозабезпеченості не може перевищувати 100 %, або 1.

Це положення зберігає своє значення і тоді, коли кількість примірників наявного в бібліотеці підручника перевищує кількість студентів, для яких цей підручник призначений. Оскільки зайві екземпляри не беруть участі у процесі забезпечення студентів, їх варто не враховувати під час розрахунку коефіцієнта книгозабезпеченості.

Визначення коефіцієнта книгозабезпеченості дає змогу сформулювати властивості системи розрахунку забезпеченості навчальною літературою. Ця система повинна вирішувати такі завдання:

- забезпечувати розрахунок книг для будь-якої їхньої кількості;
- розподіляти книги, якщо їх не вистачає на всіх студентів;
- подавати вихідну інформацію у вигляді, максимально зручному для порівняння альтернатив розподілу літератури, що здійснюється експертом вищого рівня;

- забезпечувати процедуру введення вихідної інформації оператором без участі експерта.

Опишемо інформаційні потоки системи визначення забезпеченості навчальною літературою. Для визначення книгозабезпеченості необхідна така вхідна інформація:

1. Інформація про структуру вищого навчального закладу та навчальні дисципліни:

- факультети, спеціальності, кількість студентів на кожному курсі;
- кафедри, дисципліни, що вивчають на кафедрах.

2. Навчальний план, у якому визначено, за якими спеціальностями і на якому курсі вивчається кожна дисципліна.

3. Фонд навчальної літератури: уводиться бібліографічний опис кожного видання, проставляється кількість наявних у бібліотеці примірників і вказується, з яких дисциплін і в якому семестрі використовується підручник.

Підсистема визначення забезпеченості навчальною літературою (картотека книгозабезпеченості), призначена насамперед для автоматизації прийняття рішень під час керування бібліотекою, тому вихідна інформація повинна бути досить повною і подаватися в зручному для експерта вигляді.

Дослідження наявної практики керування бібліотекою дали змогу визначити необхідні електронні документи (вихідні форми), які повинні видаватися картотекою книгозабезпеченості. Пропонується видавати такі, стандартні для будь-якої бібліотеки, електронні документи.

1. Картка книги. Цей документ повинен відображати призначення та розподіл видання в навчальному процесі. Картка книги повинна бути побудована так, щоб користувач отримував одночасно відомості про те, у якому семестрі, на яких кафедрах, з яких дисциплін, спеціальностей, у яких групах і яка кількість примірників того або іншого видання використовується. Ступінь деталізації подання інформації (за кафедрами, дисциплінами, спеціальностями, курсами) визначає користувач. Картка книги є первинним документом, за яким легко перевірити, наскільки правильно розподілено даної книги, і внести необхідні зміни.

2. Забезпеченість за кафедрою. Під час розроблення форм, пов'язаних із забезпеченістю навчальною літературою за кафедрою, необхідно визначити дві цілі. Крім спрощення процедури розрахунку коефіцієнта книгозабезпеченості за кафедрами і дисциплінами, система повинна забезпечити стійкий зв'язок бібліотеки з кафедрою. Пропоновані форми повинні унеможливити ситуації інформаційного вакууму, коли ні кафедри, ні бібліотека не мають у своєму розпорядженні систематизованих даних про використовувану навчальну літературу та забезпеченість нею.

3. Забезпеченість за циклами дисциплін. Одна з найважливіших функцій системи – визначення книгозабезпеченості за циклами дисциплін. У кожному циклі необхідно розраховувати коефіцієнт книгозабезпеченості за типами видань, зокрема:

I. зовнішні видання, а саме:

- зовнішні видання без грифа;
- зовнішні видання із грифом Міністерства науки і освіти.

II. внутрішні видання вищого навчального закладу.

4. Забезпеченість за спеціальностями. Необхідно передбачити кілька вихідних форм:

- зведена таблиця за дисциплінами повинна містити статистичні дані про забезпеченість навчальною літературою за кожним циклом дисциплін для кожного курсу цієї спеціальності, а також за дисциплінами, що належать до цього циклу;

- зведена таблиця за типами публікацій повинна відображати статистику забезпеченості навчальною літературою кожного курсу цієї спеціальності за типами видань (внутрішні і зовнішні видання, із грифом і без грифа);

- зведена таблиця за курсами повинна містити статистичні дані про забезпеченість навчальною літературою з першого по шостий курси цієї спеціальності;

- зведена таблиця з літератури, що використовується за цією спеціальністю, повинна доповнювати зведену таблицю з дисциплін переліком використовуваних видань і розрахунком коефіцієнта книгозабезпеченості за кожним з них.

5. Видача літератури. Ця форма має важливе значення для організації роботи відділів обслуговування. Співробітник бібліотеки повинен отримати єдиний для всіх груп цієї спеціальності такого курсу список літератури, у якому вказуються:

- назва видання;
- кількість груп на курсі за цією спеціальністю;
- кількість студентів у групах;
- кількість екземплярів кожної книги, виділена на цю спеціальність;

- кількість екземплярів кожної книги на одну групу.

Такі списки корисні під час підготовки комплектів навчальної літератури, а також для інформування студентів щодо рекомендованої літератури. Крім того, ці списки є базою для зведеного читацького формуляра, у якому читач розписується не за кожне отримане видання, а за комплект підручників.

Вихідні форми 1–5 є «стандартними», тобто вони використовуються досить часто. Для прийняття рішення може знадобитися додаткова інформація. Вона повинна подаватися як показники забезпеченості навчальною літературою для будь-якої підмножини книг.

У цьому розділі подано змістове визначення коефіцієнта книгозабезпеченості та сформульовані вимоги до підсистеми визначення забезпеченості навчальною літературою як частини системи підтримки прийняття рішень.

Для подальших досліджень необхідно розробити математичну модель задачі визначення забезпеченості навчальною літературою та розробити алгоритми і програмні засоби її рішення.

3.5 Математичне формулювання задачі розподілу навчальної літератури

Для розробки математичної моделі розподілу навчальної літератури необхідно визначити характеристики фонду навчальної літератури й множини користувачів (читачів).

Почнемо з опису фонду навчальної літератури [43, 44].

Нехай $B = \{B_i, i = 1, N_B\}$ – множина позицій навчальної літератури (N_B – кількість найменувань), а $\bar{B} = (b_1, \dots, b_{N_B})$ – вектор, що визначає кількість екземплярів книг.

Будемо вважати, що

$$B = B^0 \cup B^+, \quad (3.1)$$

де B^0 – множина найменувань книг, наявних у фонді;

B^+ – множина найменувань книг, які потрібно докупити.

Тоді

$$\bar{B} = \bar{B}^0 + \bar{B}^+, \quad (3.2)$$

де $\bar{B}^0 = (b_1^0, \dots, b_{N_B}^0)$ – вектор, що визначає кількість екземплярів книг, наявних у фонді;

$\bar{B}^+ = (b_1^+, \dots, b_{N_B}^+)$ – вектор, що визначає кількість екземплярів книг, які потрібно докупити.

Зрозуміло, що $b_i = b_i^0 + b_i^+ > 0$, $b_i^0 \geq 0$, $b_i^+ \geq 0$.

Існують два природних обмеження, пов'язаних з фондом навчальної літератури. Перше – обмежений обсяг фінансування на комплектування. Це обмеження можна подати так:

$$F_Q(\bar{B}^+) \leq H_Q < Z. \quad (3.3)$$

де $F_Q(\bar{B}^+)$ – вартість книг, що докуповують

H_Q – сума, що може бути витрачена на комплектування навчальною літературою,

Z – загальна сума, виділена на комплектування.

Безпосередньо вид H_Q визначається специфічними особливостями кожної бібліотеки й перевагами ОПР.

Вартість книг, що докуповують, визначається обраними постачальниками. Задача вибору таких постачальників може бути підставою для окремого обговорення і в цій роботі не розглядається. Отже, будемо вважати, що для всіх книг з множини B^+ визначені їхні ціни q_i^+ . Тоді співвідношення (3.3) можна записати так:

$$\sum_{i=1}^{N_B} q_i^+ b_i^+ \leq H_Q. \quad (3.4)$$

Друге обмеження – площа бібліотеки дає змогу зберігати обмежену кількість книг:

$$F_S(B, \bar{B}) \leq H_S < S. \quad (3.5)$$

У співвідношенні (3.5) функція $F_S(B, \bar{B})$ визначає площу, необхідну для зберігання всього фонду. Зазначимо, що ця величина залежить не тільки від кількості екземплярів (вектор \bar{B}), але і від типу книг (одиниць зберігання), що визначається множиною B . H_S – площа, що може бути виділена для зберігання навчальної літератури. Вона залежить від загальної площі бібліотеки. Крім того, ця величина визначається специфічними особливостями кожної бібліотеки.

Опишемо множину користувачів (читачів).

Нехай G – множина студентів. Розіб'ємо цю множину на непересічні підмножини G_j так, щоб студенти з кожної підмножини використали в навчальному процесі ту саму літературу. Такими підмножинами можуть бути потоки (кілька груп однієї спеціальності), окремі групи або спеціалізації усередині груп.

Нехай N_G — кількість підмножин. Можна записати:

$$G = \bigcup_{j=1}^{N_G} G_j \text{ и. } \forall k, l: G_k \cap G_l = \emptyset \quad (3.6)$$

Будемо вважати, що кількість студентів у кожній підмножині визначається вектором $\bar{G} = (g_1, \dots, g_{N_G})$.

Визначимо поняття «список літератури, що використовується в навчальному процесі». Це множина $T \subset B$. Множину T можна розбити на підмножини T_j – списки літератури, що використовуються в навчальному процесі підмножиною студентів G_j .

Розподілом навчальної літератури будемо називати множину $R = B \times G$. Якщо всі розподіли літератури в кожній підмножині G_j вважати рівноцінними, то множина R повністю визначається матрицею

$$[r_{ij}], i = \overline{1, N_B}, j = \overline{1, N_G},$$

де r_{ij} – кількість екземплярів книги B_i , виділена підмножині студентів G_j .

Розглянемо властивості множини $R = B \times G$. Зрозуміло, якщо книга B_i не використовується підмножиною студентів G_j , то вона на цю підмножину і не розподіляється. З іншого боку, книга B_i , необхідна підмножині студентів G_j , може бути їм не виділена (наприклад, якщо $b_i < N_G$ або з якихось інших міркувань). Усе викладене вище можна записати так:

$$\begin{cases} B_i \notin T_j \Rightarrow r_{ij} = 0, \\ B_i \in T_j \Rightarrow r_{ij} \geq 0. \end{cases} \quad (3.7)$$

Розподілити більше книг, ніж є в бібліотеці не можна, тому

$$\forall i = \overline{1, N_B} : \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij} \leq b_i. \quad (3.8)$$

Більшу кількість екземплярів книги B_i для підмножини студентів G_j , розподілити не можна, отже

$$\forall i = \overline{1, N_B}, \forall j = \overline{1, N_G} : r_{ij} \leq g_j. \quad (3.9)$$

Якщо кількість екземплярів книги менше ніж кількість студентів, які нею користуються під час навчального процесу, то необхідно розподілити всі екземпляри. В іншому разі кожен студент отримує екземпляр книги. Це твердження можна подати так:

$$\forall i = \overline{1, N_B} : \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij} = \min \{ b_i, \sum_{j=1}^{N_G} g_j t_{ij} \}, \quad (3.10)$$

де t_{ij} – величина, що вказує на приналежність книги B_i до списку літератури T_j і визначається за формулою:

$$\begin{cases} B_i \notin T_j \Rightarrow t_{ij} = 0, \\ B_i \in T_j \Rightarrow t_{ij} = 1. \end{cases} \quad (3.11)$$

Позначимо як U_R множину всіх можливих розподілів $R = B \times G$. Зрозуміло, що до множини U_R належать розподіли, що задовольняють

умови (3.7–3.9). Нехай $U_R^0 \subset U_R$ – множина всіх розподілів, що задовольняють, крім умов (3.7–3.9), і умову (3.10).

Доведемо, що «оптимальний» у досить широкому розумінні розподіл належить до множини U_R^0 .

Нехай на множині U_R визначено відношення переваги (це може бути інформація, що ОПР не формалізує, а використовує на інтуїтивному рівні). Позначимо відношення переваги знаком " \succ ": $R^* \succ R$ означає, що R^* переважає R .

У теорії прийняття рішень вважається, що поводження ОПР «раціональне», тому можна визначити загальну властивість відношень переваги для розподілів навчальної літератури. Будемо вважати, що для фіксованої множини B

$$\begin{cases} \forall i = \overline{1, N_B}, \forall j = \overline{1, N_G} : r_{ij}^* \geq r_{ij} \\ \exists i, j : r_{ij}^* > r_{ij} \end{cases} \Rightarrow R^* \succ R. \quad (3.12)$$

Теорема. Оптимальний щодо співвідношення (3.12) розподіл належить до множини U_R^0 .

Доведення. Розглянемо розподіл $R \notin U_R^0$. З нього випливає, що для R не виконується співвідношення (3.10).

Якщо $\exists i : \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij} > b_i$, то не виконується співвідношення (3.8) і $R \notin U_R$.

Якщо $\exists i : \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij} > \sum_{j=1}^{N_G} g_j t_{ij}$, то не виконується співвідношення (3.9) і

$R \notin U_R$.

Отже,

$$\forall i = \overline{1, N_B} : \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij} < \min \{ b_i, \sum_{j=1}^{N_G} g_j t_{ij} \}.$$

У цьому разі завжди можливий такий розподіл R^* , за якого

$$\forall i = \overline{1, N_B} : \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij}^* = \min \{ b_i, \sum_{j=1}^{N_G} g_j t_{ij} \} \text{ и } \begin{cases} \forall i = \overline{1, N_B}, \forall j = \overline{1, N_G} : r_{ij}^* \geq r_{ij} \\ \exists i, j : r_{ij}^* > r_{ij} \end{cases}$$

Отже, $R^* \succ R$, тобто для кожного $R \notin U_R^0$ існує $R^* \in U_R^0$, що переважає R .

Теорему доведено.

Розмірність матриці $[r_{ij}]$ значно більша ($i \sim 1000$, $j \sim 100$), тому сама матриця не може використовуватися для оцінювання розподілу ОПР.

Необхідно визначити такі характеристики розподілу, які дадуть змогу подати інформацію у вигляді, «доступному для огляду» для ОПР. Традиційно такими характеристиками вважають коефіцієнти книгозабезпеченості.

Дамо змістове визначення коефіцієнта книгозабезпеченості [67].

Коефіцієнт книгозабезпеченості – це ступінь, повнота забезпеченості книгою (або книгами) того контингенту учнів, для яких це видання (або видання) призначені. Він виражає співвідношення наявного ресурсу до необхідного, потенційно вдоволеного попиту (кількість наявних екземплярів) до загальної потреби щодо книги або книг (кількість студентів, що вивчають дисципліну або дисципліни, з яких ця книга або книги використовуються).

Будемо вважати, що коефіцієнт книгозабезпеченості підмножини студентів G_j книгою B_i виражається таким співвідношенням:

$$k_{ij} = \begin{cases} \frac{r_{ij}}{g_j}, & B_i \in T_j, \\ 0, & B_i \notin T_j. \end{cases} \quad (3.13)$$

Як коефіцієнт книгозабезпеченості підмножини студентів $\tilde{G} \subset G$ книгами $\tilde{B} \subset B$ подамо вираз:

$$K(\tilde{B}, \tilde{G}) = \sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \sum_{j: G_j \in \tilde{G}} \lambda_{ij} k_{ij} \quad (3.14)$$

У співвідношенні k_{ij} визначається за формулою (3.13), а λ_{ij} – параметри, що враховують значення (важливість) забезпечення підмножини студентів G_j книгою B_i , до того ж значення λ_{ij} повинні задовольняти співвідношення:

$$\begin{cases} \forall i: B_i \in \tilde{B}, \forall j: G_j \in \tilde{G}: 0 \leq \lambda_{ij} \leq 1, \\ \sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \sum_{j: G_j \in \tilde{G}} \lambda_{ij} = 1. \end{cases} \quad (3.15)$$

Існують два погляди на визначення λ_{ij} . У першому випадку всі коефіцієнти книгозабезпеченості k_{ij} вважаються однаково важливими, і $K(\tilde{B}, \tilde{G})$ – середнє арифметичне k_{ij} . З урахуванням співвідношень (3.11, 3.15), легко довести, що тоді:

$$\forall i: B_i \in \tilde{B}, \forall j: G_j \in \tilde{G}: \lambda_{ij} = \frac{1}{\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \sum_{j: G_j \in \tilde{G}} t_{ij}} \quad (3.16)$$

Другий погляд припускає, що важливість k_{ij} пропорційна кількості студентів у підмножині G_j . Тоді параметри λ_{ij} визначаються так:

$$\forall i: B_i \in \tilde{B}, \forall j: G_j \in \tilde{G}: \lambda_{ij} = \frac{g_j}{\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \sum_{j: G_j \in \tilde{G}} t_{ij} g_j}. \quad (3.17)$$

Розглянемо цей підхід докладніше. Почнемо з випадку, коли множина \tilde{B} складається з однієї книги, тобто $\tilde{B} = \{B_i\}$. Тоді, співвідношення (3.14) набуде такого вигляду:

$$K(\{B_i\}, \tilde{G}) = \frac{\sum_{j: G_j \in \tilde{G}} r_{ij}}{\sum_{j: G_j \in \tilde{G}} t_{ij} g_j}. \quad (3.18)$$

Коефіцієнт книгозабезпеченості підмножини студентів $\tilde{G} \subset G$ книгою B_i дорівнює кількості розподілених екземплярів книги, розділених на загальну кількість студентів у множині \tilde{G} .

Коефіцієнт книгозабезпеченості теж буде дорівнювати кількості розподілених екземплярів книг, розділених на кількість студентів, що використовують ці книги.

Досить легко довести, що якщо параметри λ_{ij} визначаються співвідношеннями (3.15, 3.17), то співвідношення (3.14) можна записати так:

$$K(\tilde{B}, \tilde{G}) = \frac{\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \sum_{j: G_j \in \tilde{G}} r_{ij}}{\sum_{j: G_j \in \tilde{G}} \left(\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} t_{ij} \right) g_j}. \quad (3.19)$$

У чисельнику формули (3.19) подамо суму всіх екземплярів книг з \tilde{B} , виділених множині студентів \tilde{G} . У знаменнику – суму кількості студентів з множини $G_j \in \tilde{G}$, до того ж кількість студентів з кожної

підмножини G_j належить до суми стільки разів, скільки позицій книг з \tilde{B} використовується цими студентами.

Розглянемо інший випадок, коли $\tilde{G} = G$, тобто досліджується забезпеченість книгами із \tilde{B} усієї множини студентів.

На підставі співвідношення (3.10) легко довести, що коефіцієнт книгозабезпеченості можна обчислити за формулою:

$$K(\tilde{B}, G) = \frac{\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij}}{\sum_{j=1}^{N_G} \left(\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} t_{ij} \right) g_j} = \frac{\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \min \{ b_i, \sum_{j=1}^{N_G} g_j t_{ij} \}}{\sum_{j=1}^{N_G} \left(\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} t_{ij} \right) g_j}. \quad (3.20)$$

Зі співвідношення (3.35) випливає, що коефіцієнт забезпеченості всієї множини студентів будь-якою підмножиною книг $\tilde{B} \subset B$ *не залежить* від того, як розподілені ці книги.

Отже, коефіцієнт забезпеченості, обчислений за формулою (3.20), може використовуватися в бібліотечній звітності (книгозабезпеченість навчальною літературою, книгозабезпеченість за циклами дисциплін, книгозабезпеченість літературою, що видана за останні п'ять років тощо). Для оцінювання якості розподілу навчальної літератури ОПР можна використати співвідношення (3.14) з різними \tilde{B} й \tilde{G} і параметрами λ_{ij} , обумовленими співвідношеннями (3.16) або (3.17).

Пояснимо все викладене вище на конкретному прикладі. Нехай у бібліотеці є три позиції книг. Множина цих позицій $B = \{B_1, B_2, B_3\}$, а вектор кількостей екземплярів $\bar{B} = (40, 75, 200)$. Ці книги потрібно розподілити між трьома підмножинами студентів. Множина $G = \{G_1, G_2, G_3\}$, вектор кількостей студентів $\bar{G} = (10, 40, 100)$.

Списки літератури для підмножин студентів T_j визначені так:

$$T_1 = \{B_1, B_2\}, T_2 = \{B_2\}, T_3 = \{B_1, B_3\}.$$

Позначимо через λ_{ij} параметри важливості коефіцієнтів книгозабезпеченості k_{ij} , визначені за допомогою співвідношення (3.16). Параметри важливості коефіцієнтів книгозабезпеченості k_{ij} , обчислені за формулою (3.32), позначимо як λ_{ij}^* .

Чисельні значення λ_{ij} та λ_{ij}^* представлені матрицями.

$$[\lambda_{ij}] = \begin{bmatrix} 0,50 & 0,00 & 0,50 \\ 0,33 & 0,33 & 0,33 \\ 0,00 & 0,00 & 1,00 \end{bmatrix}, [\lambda_{ij}^*] = \begin{bmatrix} 0,09 & 0,00 & 0,91 \\ 0,07 & 0,27 & 0,67 \\ 0,00 & 0,00 & 1,00 \end{bmatrix}.$$

Нехай $K(\tilde{B}, \tilde{G})$ – коефіцієнт книгозабезпеченості підмножини студентів $\tilde{G} \subset G$ книгами $\tilde{B} \subset B$, визначений за допомогою параметрів λ_{ij} , а $K^*(\tilde{B}, \tilde{G})$ – коефіцієнт книгозабезпеченості, визначений за допомогою параметрів λ_{ij}^* .

Розглянемо два варіанти розподілу навчальної літератури $R^{(1)}$ й $R^{(2)}$. Відповідні матриці чисельних значень розподілів подані так:

$$[r_{ij}^{(1)}] = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 36 \\ 5 & 20 & 50 \\ 0 & 0 & 100 \end{bmatrix}, [r_{ij}^{(2)}] = \begin{bmatrix} 10 & 0 & 30 \\ 10 & 40 & 25 \\ 0 & 0 & 100 \end{bmatrix}.$$

Зрозуміло, що $R^{(1)} \in U_R^0$ й $R^{(2)} \in U_R^0$.

Коефіцієнти книгозабезпеченості підмножини студентів G_j книгою B_i для розподілів $R^{(1)}$ і $R^{(2)}$ представлені матрицями:

$$[k_{ij}^{(1)}] = \begin{bmatrix} 0,40 & 0,00 & 0,36 \\ 0,50 & 0,50 & 0,50 \\ 0,00 & 0,00 & 1,00 \end{bmatrix}, [k_{ij}^{(2)}] = \begin{bmatrix} 1,00 & 0,00 & 0,30 \\ 1,00 & 1,00 & 0,25 \\ 0,00 & 0,00 & 1,00 \end{bmatrix}.$$

Розглянемо коефіцієнти книгозабезпеченості K та K^* для різних множин книг і студентів (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 — Коефіцієнти книгозабезпеченості для розподілів $R^{(1)}$ і $R^{(2)}$

Розподіл $R^{(1)}$		Розподіл $R^{(2)}$	
$K(\{B_1\}, G) = 0,38$	$K^*(\{B_1\}, G) = 0,36$	$K(\{B_1\}, G) = 0,65$	$K^*(\{B_1\}, G) = 0,36$
$K(\{B_2\}, G) = 0,50$	$K^*(\{B_2\}, G) = 0,50$	$K(\{B_2\}, G) = 0,75$	$K^*(\{B_2\}, G) = 0,50$
$K(\{B_3\}, G) = 1,00$	$K^*(\{B_3\}, G) = 1,00$	$K(\{B_3\}, G) = 1,00$	$K^*(\{B_3\}, G) = 1,00$
$K(B, G) = 0,63$	$K^*(B, G) = 0,60$	$K(B, G) = 0,80$	$K^*(B, G) = 0,60$
$K(\{B_2\}, \tilde{G}) = 0,50$	$K^*(\{B_2\}, \tilde{G}) = 0,50$	$K(\{B_2\}, \tilde{G}) = 1,00$	$K^*(\{B_2\}, \tilde{G}) = 1,00$

Визначимо коефіцієнти книгозабезпеченості, які можуть бути використані для порівняння двох розподілів і для об'єктивної оцінки книгозабезпеченості загалом.

Коефіцієнти $K^*({B_i}, G)$ не залежать від розподілу та можуть служити об'єктивними критеріями оцінки забезпеченості кожною книгою. Коефіцієнти $K({B_i}, G)$ залежать від розподілу, але не відображають його специфічних особливостей, тому їхнє використання в цій ситуації не має сенсу. Теж саме можна сказати і про коефіцієнт $K(B, G)$. Він залежить від розподілу і не може бути використаний для об'єктивної оцінки забезпеченості всіх студентів усіма книгами.

З іншого боку, коефіцієнт $K^*(B, G)$ не залежить від розподілу і набагато об'єктивніше характеризує забезпеченість літературою, ніж поняття «книгозабезпеченість», що використовується у бібліотечній звітності сьогодні. Дійсно, у звітах «книгозабезпеченість» визначається як кількість екземплярів навчальної літератури у фонді, розділена на кількість студентів. Для цього прикладу «книгозабезпеченість» дорівнює 2,1. До того ж ігнорується той факт, що книг $\{B_1, B_2\}$ не вистачає, а книги B_3 у два рази більше, ніж необхідно. Коефіцієнт $K^*(B, G) = 0,6$ свідчить про забезпеченість навчальною літературою значно об'єктивніше.

Щоб проілюструвати ще один вид оцінювання книгозабезпеченості розглянемо дисципліну, що вивчає множина студентів $\tilde{G} = \{G_1, G_2\}$. Нехай для вивчення цієї дисципліни використовується одна книга – B_2 . Тоді $K(\{B_2\}, \tilde{G})$ і $K^*(\{B_2\}, \tilde{G})$ можна використати для порівняння розподілів літератури, а $K^*(\{B_2\}, G)$ – для звітності (книгозабезпеченість за дисципліною). Зрозуміло, що значення $K^*(\{B_2\}, G) = 0,5$ свідчить про той факт, що 75 екземплярів книги потрібно розподілити між 150-ма студентами (не тільки з цієї дисципліни). А коефіцієнти $K(\{B_2\}, \tilde{G}) = K^*(\{B_2\}, \tilde{G}) = 0,5$ (для розподілу $R^{(1)}$) і $K(\{B_2\}, \tilde{G}) = K^*(\{B_2\}, \tilde{G}) = 1$ (для розподілу $R^{(1)}$) свідчать лише про те, що в першому випадку книги між студентами розподілялися приблизно порівно, а в другому – книги розподілялися для множини студентів $\tilde{G} = \{G_1, G_2\}$ «за потребою», для множини студентів G_3 – «за залишковим принципом».

3.6 Визначення ефективності використання фонду гібридної бібліотеки

Внаслідок істотних змін, що відбуваються в системі вищої освіти в наш час, вимоги до забезпеченості студентів навчальною літературою підвищуються. Однак вирішувати проблему винятково шляхом збільшення закупівель дорого та нераціонально. Використання електронних документів вирішує проблему лише частково. Варто пам'ятати, що кількість екземплярів електронного документа обмежена [56], тобто для електронної бібліотеки розподіл літератури також є важливим. Недостатня кількість екземплярів навчальної літератури в бібліотеці може бути

компенсована її раціональним розподілом. Вирішення задачі розподілу навчальної літератури є важливим фактором підвищення ефективності навчальних впливів.

Забезпечення навчальною та додатковою літературою відіграє особливу роль під час дистанційного навчання. Студенти цієї форми навчання повинні бути максимально забезпечені основною навчальною літературою. Крім того, вони повинні мати доступ до електронної бібліотеки свого навчального закладу. Ефективне використання фондів електронної бібліотеки (далі – ЕБ) позитивно впливає на поліпшення якості підготовки фахівців.

Сучасна автоматизована інформаційно-бібліотечна система (далі – АІБС) орієнтована, насамперед, на забезпечення доступу до електронного каталогу та інших баз даних бібліотеки. Такі напрямки автоматизації управління, як експертні системи і системи підтримки прийняття рішень, розвиваються не досить активно.

У монографії [136] охарактеризовано модель масового обслуговування щодо аналізу проектової або модернізованої автоматизованої бібліотечно-інформаційної системи (далі – АБІС), а також щодо різних задач автоматизації бібліотечних процесів, зокрема задача розподілу навчальної літератури розглядається як оцінювання точності прогнозованих значень частоти читацького попиту (на документи, що планують придбати, – аналітична модель регресійного аналізу).

У роботі [43] подано математичну модель розподілу навчальної літератури, що використовує апарат теорії прийняття рішень.

Щоб підвищити ефективність використання бібліотечного фонду, необхідно сформулювати як самі критерії ефективності, так і методику розрахунку їхніх значень. У цьому розділі охарактеризовано моделі й методи, що дають змогу за допомогою сучасних інформаційних технологій точніше оцінити ефективність використання фонду гібридної бібліотеки, що, зі свого боку сприяє підвищенню якості освіти.

Для ефективного використання фондів необхідно вирішити два завдання:

- раціональне комплектування фонду бібліотеки;
- ефективний розподіл навчальної літератури між читачами.

Ці завдання не можна розглядати окремо одне від одного, вони тісно пов'язані між собою. Для звичайних бібліотек запропоновано два методи вирішення цих завдань. Перший – це застосування моделі теорії масового обслуговування (далі – ТМО) [136] для вирішення завдання оптимального комплектування, другий – це побудова моделі розподілу навчальної літератури [43] залежно від потреб навчального процесу.

У роботі [136], як модель оптимального бібліотечного комплектування побудовано керовану систему масового обслуговування. Для отримання рекомендацій з оптимальної екземплярності (кількості примірників) комплектування n_i^{opt} за критерієм мінімізації середнього часу

очікування запиту в черзі розроблена оптимізаційна модель на базі моделі ТМО із застосуванням схеми нелінійного динамічного програмування (рис. 3.6).

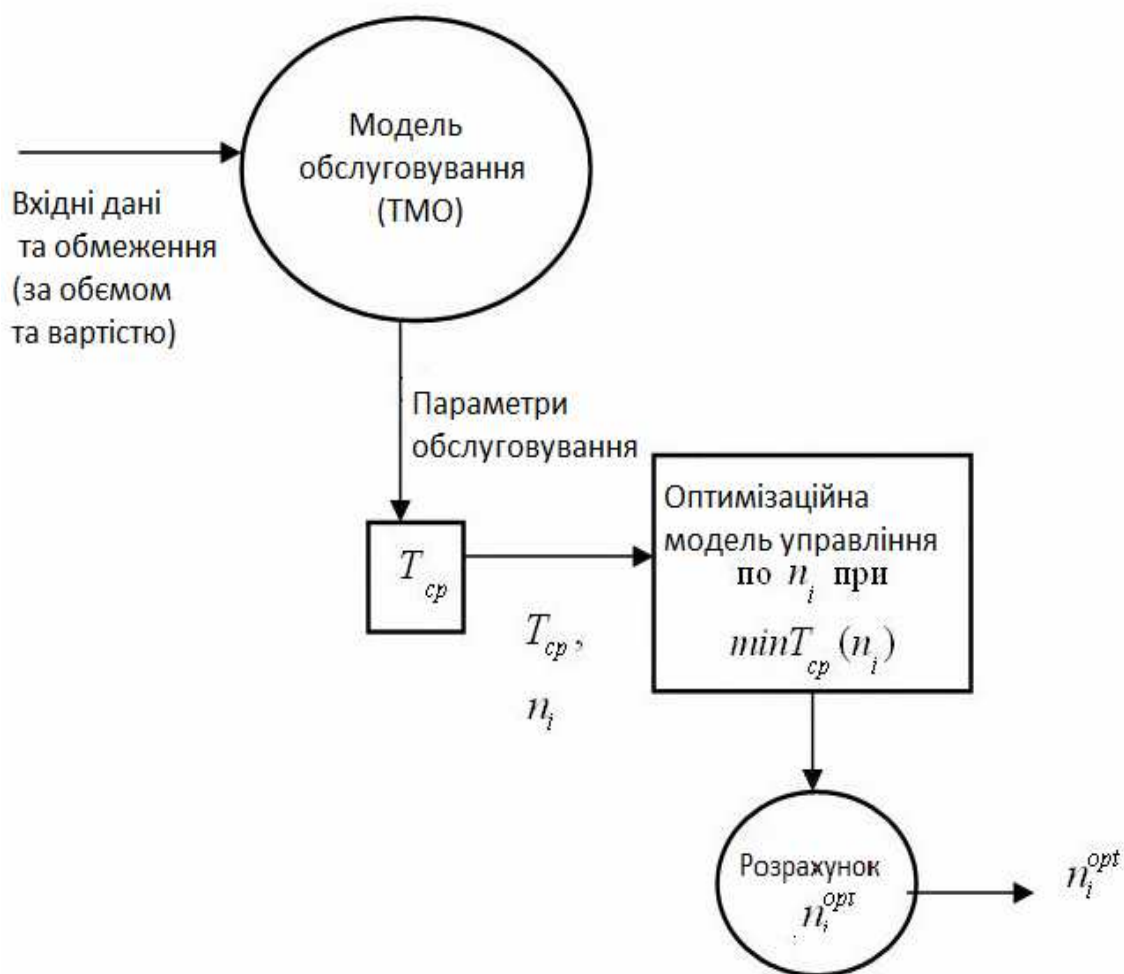


Рисунок 3.6 — Схема побудови гібридної (стохастично-детермінованої) моделі визначення оптимальної екземплярності за кожною назвою документа, запланованого для внесення до фонду

Аналітична модель ТМО дає змогу визначити середній час очікування запитів у черзі:

$$T_{cp}(n_i) = \frac{1}{\Lambda} \sum_{i=1}^M \frac{\lambda_i \sum_{j=1}^K c_j t_i^2}{n_i(n_i - \rho_i) \sum_{j=1}^K c_j}, \quad (3.21)$$

де $j = 1, K$ – канали обслуговування;

n_i – кількість екземплярів i -го документа, що комплектується;

λ_i – інтенсивність потоку запитів на i -й документ ($i = 1, M$);
 c_j – вартісні параметри;
 ρ_i – завантаження системи;
 t_i – час обслуговування i -ї назви.

Вираз (3.21) обрано як цільову функцію задачі динамічного програмування, внаслідок розв'язання якої обирається сукупність значень рекомендованої екземплярності. Для бібліотеки навчального закладу питання оптимізації комплектування пов'язані, насамперед, із задоволенням читацького попиту на навчальну літературу, а рішення задачі можна розглядати як оцінку точності прогнозованих значень частоти читацького попиту на документи, що заплановано придбати, – аналітична модель регресійного аналізу.

В [34, 43] подано математичну модель розподілу навчальної літератури, у межах якої формалізовано поняття коефіцієнта книгозабезпеченості. Ці коефіцієнти запропоновано використати як основні критерії ефективності сучасної університетської бібліотеки.

Математичне формулювання задачі вибору кращої стратегії керування бібліотекою з урахуванням оптимізації векторного критерію, має такий вигляд:

$$K(x) = (K_1([r_{ij}], \dots, K_n([r_{ij}]), K_{n+1}(\tilde{X}), \dots, K_{n+m}(\tilde{X})), \quad (3.22)$$

де x – подання, або вектор регульованих параметрів задачі.
 Оптимальне значення x належить до області компромісів:

$$\begin{aligned}
 X_{adm} &= \{x \in X : B = B^0 \cup B^+, \bar{B} = \bar{B}^0 + \bar{B}^+, \\
 \sum_{i=1}^{N_B} q_i^+ b_i^+ &\leq H_Q, F_S(B, \bar{B}) \leq H_S; \\
 [r_{ij}], i &= \overline{1, N_B}, j = \overline{1, N_G}, \forall i = \overline{1, N_B} : \\
 \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij} &\leq b_i, \forall i = \overline{1, N_B}, \forall j = \overline{1, N_G} : r_{ij} \leq g_j, \\
 \forall i = \overline{1, N_B} : \sum_{j=1}^{N_G} r_{ij} &= \min \{b_i, \sum_{j=1}^{N_G} g_j t_{ij}\}; \tilde{X} = (\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_{\tilde{N}}), \\
 \forall m = \overline{1, \tilde{N}} : l_m^- &\leq \tilde{x}_m \leq l_m^+,
 \end{aligned}$$

де $B = \{B_i, i = \overline{1, N_B}\}$ – множина позицій навчальної літератури у фонді бібліотеки;

$\bar{B} = (b_1, \dots, b_{N_B})$ – вектор, що визначає кількість екземплярів книг;

B^0 – множина книг, наявних у фонді ($\overline{B^0}$ – вектор кількості екземплярів);

B^+ – множина книг, що надійшли до фонду ($\overline{B^+}$ – вектор кількості екземплярів);

q_i^+ – ціна i -ї книги з B^+ ;

H_Q – сума, що може бути витрачена на комплектування навчальною літературою;

$F_s(B, \overline{B})$ – функція, що визначає площу, необхідну для зберігання навчальної літератури;

H_s – площа, що може бути виділена для зберігання навчальної літератури;

G – множина студентів, розбита на непересічні підмножини G_j так, щоб студенти з кожної підмножини використали в навчальному процесі ту саму літературу;

$\overline{G} = (g_1, \dots, g_{N_G})$ – вектор, що визначає кількість студентів у кожній підмножині;

$G_j, [r_{ij}]$ – матриця розподілу навчальної літератури;

t_{ij} – величина, що визначає використання в навчальному процесі студентами з підмножини G_j книги B_i ;

\tilde{X} – вектор обраних ОПР технологічних параметрів.

У співвідношенні (1) параметри $K_1([r_{ij}]), \dots, K_n([r_{ij}])$ є коефіцієнтами книгозабезпеченості множини студентів \tilde{G} множиною книг \tilde{B} і визначаються за формулою:

$$K_l([r_{ij}]) = \frac{\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} \sum_{j: G_j \in \tilde{G}} r_{ij}}{\sum_{j: G_j \in \tilde{G}} \left(\sum_{i: B_i \in \tilde{B}} t_{ij} \right) g_{ij}} \quad (3.23)$$

У цій моделі для визначення коефіцієнтів книгозабезпеченості використовується тільки інформація про фонд навчальної літератури та навчальний план вищого навчального закладу. Розробка і впровадження розподіленої автоматизованої навчальної системи дає змогу використати методи електронних вимірів (e-metrix) для визначення впливу книги на вивчення певної дисципліни. На рис 3.7 подано відповідну підсистему оброблення інформації. Внаслідок функціонування підсистеми ОПР може поліпшити свої керівні впливи на комплектування фонду і його раціональне використання.



Рисунок 3.7 — Підсистема визначення ефективності використання навчальної літератури

Використаємо метод сингулярного спектрального аналізу [93]. Вважаючи читання книг (обов'язкової навчальної літератури) навчальним впливом, щодо кожної книги зі списку навчальної літератури визначимо відповідний числовий коефіцієнт – γ_i , що назвемо коефіцієнтом впливу i -ї книги на процес вивчення відповідної дисципліни. Безумовно, такий вплив визначає викладач – автор програми вивчення дисципліни, але його переваги повинні ґрунтуватися не тільки на інтуїції, але й на чисельному аналізі.

Введемо ваговий коефіцієнт впливу для i -ї книги:

$$\hat{\gamma}_i = \frac{\gamma_i}{\sum_{i=1}^n \gamma_i} \quad (3.24)$$

Визначення γ_i дасть змогу обчислити уточнене значення коефіцієнта книгозабезпеченості за формулою:

$$\tilde{K}_i = \hat{\gamma}_i \cdot K_i. \quad (3.25)$$

Дамо оцінку γ_i на підставі конкретного прикладу.

Для проведення досліджень був обраний курс «Теорія ймовірностей і математична статистика», який вивчається на факультеті Інженерної екології міст (спеціальність «Теплогазопостачання і вентиляція») у

Харківському національному університеті міського господарства імені О. М. Бекетова. Як обов'язкову літературу під час вивчення курсу рекомендується використовувати підручник В. Е. Гмурман «Теорія ймовірностей і математична статистика» (позначений як «книга 1») і виданий в університеті «Конспект лекцій з теорії ймовірностей і математичної статистики» (позначений як «книга 2»).

Тестування знань студентів проводилося два рази на тиждень протягом семестру. Можна вважати, що інтервали часу між тестами однакові, тому будемо розглядати час від 1 до 35.

Для визначення впливу кожної книги на вивчення дисципліни студенти були розділені на три непересічні підмножини: першу (21 ос.) склали студенти, що взяли в бібліотеці книгу 1 і книгу 2, другу (32 ос.) – ті, що взяли тільки книгу 1, третю (47 ос.) – тільки книгу 2. Результати тестів – це ряди оцінок (за 100-бальною шкалою) першої, другої і третьої підгруп. Побудуємо часові ряди, що складаються з різниць оцінок студентів першої і третьої підгруп (оцінка впливу книги 1) і першої та другої підгруп (оцінка впливу книги 2).

Отримані часові ряди дослідимо за допомогою методу SSA [150]. Результати аналізу даних подані на рис. 3.8. і 3.9. Криві тренду на графіках становлять собою перші компоненти сингулярного розкладення часових рядів (більше ніж 95 % значущості). Вплив книг 1 і 2 на вивчення дисципліни «Теорія ймовірностей і математична статистика» не залежить від часу, тому можна використати середні значення відповідних часових рядів як оцінку.

Отже, можна вважати, що в цьому випадку $\gamma_1 = 14,4$, а $\gamma_2 = 9,3$, а використання для вивчення дисципліни книги 1 ефективніше, ніж використання книги 2.

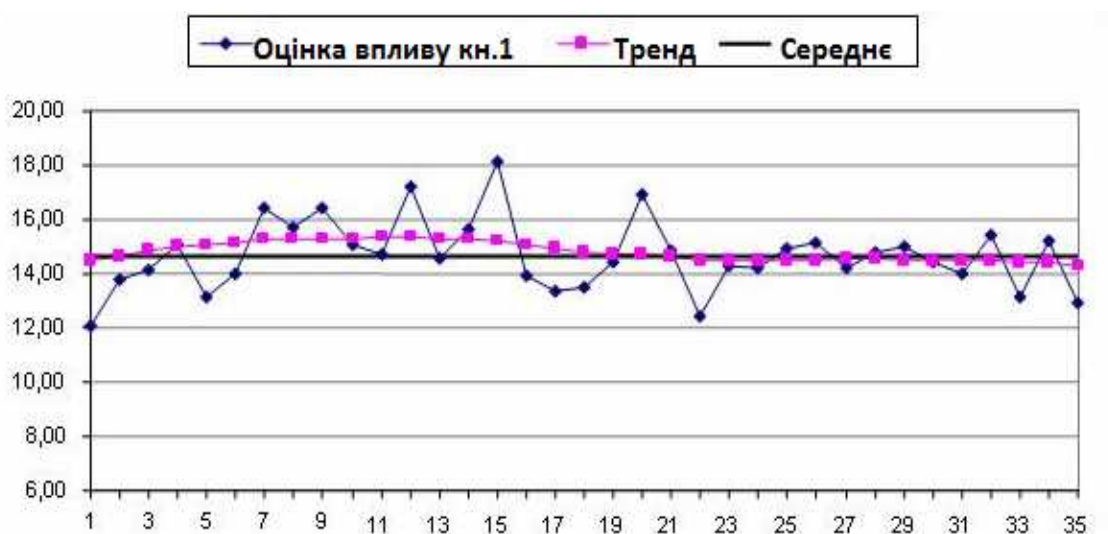


Рисунок 3.8 — Оцінка впливу книги 1



Рисунок 3.9 — Оцінка впливу книги 2

Подані в цьому розділі моделі і методи дають змогу, на підставі інформації, отриманої в процесі тестування знань студентів, визначити вплив конкретної книги на ефективність вивчення дисципліни.

Подальші дослідження в цьому напрямку – це модифікація відомих багатокрокових схем узагальненого математичного програмування і їхня адаптація до специфічних особливостей задачі прийняття рішень під час управління розподіленими автоматизованими навчальними системами.

РОЗДІЛ 4

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМИ MOODLE

У цьому розділі розглядається один із прикладів програмної реалізації розроблених авторами інформаційних технологій. Таких технологій реалізовано вже досить багато [36, 41, 45, 54, 55, 59, 61, 80, 131]. Як приклад, розглянемо програмну реалізацію інформаційної технології статистичного аналізу в системі **Moodle** [38, 39, 50, 52, 70].

Під час вирішення цієї задачі ми використовували досвід розроблення та програмної реалізації інформаційних технологій автоматизації інформаційно-бібліотечних процесів.

Можна відокремити такі типові завдання автоматизації цих процесів.

1. Автоматизація процесів книгозабезпеченості [13, 16–26, 46, 56, 60, 63].
2. Коректування бази даних електронного каталога [14, 32, 33, 91].
3. Перенесення інформації в електронний каталог з інших джерел [72].
4. Експортування інформації з електронного каталога і конвертація її для використання в інших програмних системах [13].
5. Розширення можливостей виведення інформації, формування звітів довільної форми [71, 72, 79].
6. Розроблення математичних моделей, що описують деякі інформаційно-бібліотечні процеси [36–39, 46, 60].

Всі ці задачі мають такі загальні риси, а саме:

- опис опрацьовуваних даних зазвичай неповний, а іноді його зовсім нема;
- завдання не вирішуються в режимі реального часу, інформація вводиться (обирається з бази) один раз, потім багаторазово переглядається.
- усі завдання вирішуються без використання можливостей програмування в електронному каталозі, навіть якщо це можливо зробити.

Досвід, отриманий під час вирішення різних задач оброблення інформації в бібліотеці, дає змогу використати розроблені інформаційні технології та програмні модулі в інших сферах діяльності. До них належать системи дистанційного навчання, які швидко розвиваються і вдосконалюються, але не можуть забезпечити повну автоматизацію вирішення всіх завдань, що виникають.

Система дистанційного навчання **Moodle** [2, 15, 27, 28, 31, 37, 40, 47, 48, 50, 52, 62, 68, 73, 81, 92, 94], використовується нами у педагогічній роботі досить довго, її переваги незаперечні. Однак у системі існують обмеження, що не дають змоги автоматизувати деякі завдання.

До того ж труднощі вирішення задач автоматизації в системі **Moodle** дуже нагадують проблеми, з якими ми зіштовхнулися під час роботи з електронними бібліотечними каталогами.

Опис бази даних **Moodle**, поданий на сайті **Moodle.org**, лаконічний. Його адреса: http://docs.Moodle.org/dev/Database_schema_introduction.

Програмні файли розроблені набагато краще, однак, щоб зрозуміти про що в них ідеться, необхідно вільно володіти англійською мовою, мовою програмування PHP і мовою запитів до баз даних SQL. Адреса цих сайтів: <http://xref.Moodle.org/nav.html?index.html>.

Система **Moodle** є відкритою, тому в ній існують усі можливі засоби розширення, але використовувати ці засоби настільки складно, що отримати результат швидко дуже важко. Ми плануємо вивчення цих засобів і збираємося розробляти нові модулі, але для цього потрібно визначити, який модуль необхідно розробити. Наявний на сьогодні набір ресурсів і активних елементів курсу нас повністю задовольняє.

Важливим є інше практичне завдання: отримати статистичну інформацію про курси та викладачів у **Moodle**. В університеті створено багато курсів, тому отримати інформацію про те, які використовуються в навчальному процесі, а які ні – дуже трудомісткий процес. Для цього необхідно переглянути всі курси.

Це завдання схоже на одне з типових завдань автоматизації бібліотечних процесів (у нашому списку № 4).

Зазначимо, що збирати та узагальнювати інформацію про курси частіше, ніж раз на місяць не має сенсу.

Відразу ж привертає на себе увагу ще одна загальна риса електронного каталогу і **Moodle**.

Система **Moodle** орієнтована на роботу в реальному часі, і завдання одноразового формування звітів і подальшого їхнього багаторазового перегляду (завдання, що ми збираємося вирішувати, саме таке) не вирішується усередині системи.

Для вирішення завдання можна використати вже відпрацьовану схему: отримання інформації з бази даних, оброблення її поза системою **Moodle**, формування звітів.

Для оцінювання курсу ми обрали такі критерії:

- дата останнього відвідування викладача курсу;
- кількість користувачів курсу;
- активність на курсі (тобто всі дії всіх користувачів курсу);
- оприявленість (видимість) курсу для студентів.

Рішення про те, чи можна вважати курс діючим (ми будемо називати його активним), приймає людина (з урахуванням викладених вище критеріїв).

Викладача, у якого є хоча б один активний курс, будемо вважати працюючим в системі **Moodle**.

Необхідно визначити кількість курсів і викладачів для кожного підрозділу вищого навчального закладу, відокремити активні курси та

працюючих викладачів.

Крім того, в університеті уже більше двох років діють курси підвищення кваліфікації викладачів «Теорія і практика роботи в **Moodle**». У вихідній інформації має бути відображена інформація щодо наявності у викладача сертифіката про успішне закінчення навчання.

Перш ніж перейти до опису результатів, подамо деякі особливості форматування тексту.

Тексти програм наведені частково. Повністю тексти наведені у додатку. Нумерація рядків у наведених фрагментах збігається з порядком проходження рядків у файлі. Наприклад, у фрагменті коду з тексту вилучено два порожні рядки (або коментарі).

```
16 }
```

```
19 {
```

У всіх текстах залишено авторські коментарі.

Посилання на рядки вихідного тексту здійснюються за допомогою знака «№ » (номер).

Рядки вихідного тексту програм друкуються так:

- номери рядків у вихідному тексті підсвічені;
- рядки програми друкуються жирним шрифтом.

```
8      srt_arr[s_key] = s_val;
```

Якщо рядок вихідного тексту занадто великий, то він переноситься на наступний рядок без дублювання номера рядка, наприклад:

```
1  gawk --re-interval -f c:/awklib/pawk.mk  
10_tch_kaf_tohand._aw > 10_tch_kaf_tohand.awk
```

Всі елементи програми (змінні, функції, процедури тощо) в основному тексті виділяються жирним шрифтом, наприклад: функція `tbl_sort`, змінна `s fld`.

4.1 Використання таблиць

Вивчення структури бази даних Moodle спричинило певні труднощі, обумовлені тим, що вона практично не описана.

В короткому описі бази даних на сайті Moodle.org ідеться про таке:

«База даних Moodle містить близько 200 таблиць і спершу може здатися досить складною. Хорошою новиною є те, що вам не обов'язково зрозуміти все одразу.

Наприклад, є вісім таблиць, які називаються «forum_something». Якщо для вас є цікавим модуль «Форум», то, мабуть, ви повинні визначитися щодо цих таблиць, вивчити їхні поля і зв'язки між ними. Але якщо «Форум» вам не потрібний, ви можете не звертати на нього уваги.

У такий спосіб можна відокремити близько 50-ти основних таблиць. Але хорошою новиною є те, що навіть тут вони розподіляються на групи, кожен з яких можна вивчати окремо».

Як саме ми повинні «визначитися щодо цих таблиць» в описі не сказано.

Після застосування методу спроб і помилок, вивчення бази даних за допомогою `phpmyadmin` та інших специфічних дій, характерних для методу наукового «підбору», ми відокремили таблиці, за якими можна отримати необхідну інформацію.

Для роботи нам знадобляться такі електронні назви таблиць:

- 1) **mdl_user** – користувачі системи;
- 2) **mdl_course** – курси;
- 3) **mdl_course_categories** – категорії курсів (у нашому випадку кафедри, факультети тощо);
- 4) **mdl_user_lastaccess** – останній доступ користувача до курсу;
- 5) **mdl_log** – логи системи, у яких фіксується кожна дія користувача;
- 6) **mdl_role_assignments** – можливі ролі користувача в різних елементах Moodle;
- 7) **mdl_context** – допоміжна таблиця, що визначає роль користувача в конкретному курсі, модулі, блоці тощо.

Докладна інформація про таблиці та зв'язки між ними наведена в описі структури таблиць і SQL-запитів, які допомагають отримати із таблиць усю необхідну інформацію.

В описі полів кожної таблиці зазначена така інформація:

1. Назва поля.
2. Тип поля.
3. Чи може поле мати значення **Null**.
4. Значення за замовчуванням.

Елементи опису поля розділяються двокрапкою.

У таблиці **mdl_user** ми використовуємо такі поля:

- 1) **id : int(10) : Hi** : – ідентифікатор запису таблиці;
- 2) **firstname : varchar(100) : Hi** : – ім'я користувача;
- 3) **lastname : varchar(100) : Hi** : – прізвище користувача.

У таблиці **mdl_course** ми використовуємо такі поля:

- 1) **id : int(10) : Hi** : – ідентифікатор запису таблиці;
- 2) **category : int(10) : Hi : 0** – ідентифікатор категорії курсу (у цьому випадку – ідентифікатор кафедри);
- 3) **fullname : varchar(254) : Hi** : – повна назва курсу;
- 4) **shortname : varchar(100) : Hi** : – коротка назва курсу;
- 5) **visible : int(1) : Hi : 1** – чи оприятий курс для студентів (1 – так, 0 – ні).

В таблиці **mdl_course_categories** ми використовуємо такі поля:

- 1) **id : int(10) : Hi** : – ідентифікатор запису;
- 2) **name : varchar(255) : Hi** : – назва категорії;

- 3) **parent : int(10) : Hi : 0** – ідентифікатор «батьківської» категорії;
- 4) **coursecount : int(10) : Hi : 0** – кількість курсів у категорії;
- 5) **depth : int(10) : Hi : 0** – довжина шляху, у поле «path»;
- 6) **path : varchar(255): Hi :** – повний шлях від головної категорії до поточної, номери категорій розділяються символом «/». Наприклад, шлях «3/4/10» означає, що поточна категорія (10) має «батьківську» категорію 4, категорія 3 – «батьківська» для категорії 4.

У таблиці **mdl_user_lastaccess** ми використовуємо такі поля:

- 1) **id : int(10) : Hi :** – ідентифікатор запису;
- 2) **userid : int(10) : Hi : 0** – ідентифікатор користувача;
- 3) **courseid : int(10) : Hi : 0** – ідентифікатор курсу;
- 4) **timeaccess : int(10) : Hi : 0** – час останнього доступу користувача до курсу.

У таблиці **mdl_log** ми використовуємо такі поля:

- 1) **id : int(10) : Hi :** – ідентифікатор запису;
- 2) **userid : int(10) : Hi : 0** – ідентифікатор користувача;
- 3) **course : int(10) : Hi : 0** – ідентифікатор курсу.

У таблиці **mdl_role_assignments** ми використовуємо такі поля:

- 1) **id : int(10) : Hi :** – ідентифікатор запису;
- 2) **roleid : int(10) : Hi : 0** – ідентифікатор ролі користувача;
- 3) **contextid : int(10) : Hi : 0** – тип контексту ролі користувача;
- 4) **userid : int(10) : Hi : 0** – ідентифікатор користувача.

У таблиці **mdl_context** ми використовуємо такі поля:

- 1) **id : int(10) : Hi :** – ідентифікатор запису;
- 2) **contextlevel : int(10) : Hi : 0:** – тип контексту;
- 3) **instanceid : int(10) : Hi : 0 :** – поле зв'язку з іншими таблицями.

4.2 SQL-запити

Обирати з бази необхідну інформацію ми будемо за допомогою SQL-запитів.

Для виконання запитів у нашій системі **Moodle** встановлений спеціальний модуль – «Користувачські SQL-запити». Адреса модуля:

http://docs.Moodle.org/en/Custom_SQL_queries_report

Однак більш перспективним видається використання програми «phpmyadmin» або клієнта (монітора) бази «mysql».

Результати роботи SQL-запитів ми будемо зберігати в текстових файлах спеціального формату – **csv**. Всі поля в записах беруться в лапки та розділяються комами.

4.2.1 Список курсів

Запит на отримання списку курсів досить простий і не вимагає докладних коментарів.

Оператор **SELECT** (№ 1–6) визначає вихідну інформацію, оператор **FROM** (№ 7–8) – використовувані таблиці, а оператор **ORDER BY** (№ 9–10) – порядок сортування.

```
1  SELECT
2  mdl_course.id AS 'ID',
3  mdl_course.visible AS 'VS',
4  mdl_course.category AS 'CT ID',
5  mdl_course.fullname AS 'FNM',
6  mdl_course.shortname AS 'SNM'
7  FROM
8  mdl_course
9  ORDER BY
10 mdl_course.fullname
```

Отже, визначено такі поля (під час подальшого оброблення інформації ми будемо звертатися до них за цими іменами):

- **ID** – ідентифікатор курсу;
- **VS** – оприявленість курсу;
- **CT ID** – категорія курсу;
- **FNM** – повне ім'я;
- **SNM** – коротке ім'я.

4.2.2 Список категорій курсів

Список категорій курсів можна отримати за допомогою такого запиту.

```
1  SELECT
2  mdl_course_categories.id AS 'ID',
3  mdl_course_categories.parent AS 'PARENT',
4  mdl_course_categories.name AS 'NAME',
5  mdl_course_categories.depth AS 'DEPTH',
6  mdl_course_categories.path AS 'PATH',
7  mdl_course_categories.coursecount 'NUM CR'
8  FROM
```

9 **mdl_course_categories**

10 **ORDER BY**

11 **parent, id**

Як результат, визначено такі поля:

- **ID** – ідентифікатор категорії;
- **PARENT** – «батьківська» категорія;
- **NAME** – назва категорії;
- **DEPTH** – довжина шляху, у поле «path»;
- **PATH** – повний шлях від головної категорії до поточної;
- **NUM CR** – кількість курсів у категорії.

4.2.3 Кількість користувачів курсу

Визначення кількості користувачів курсу – завдання, що важко піддається формалізації, навіть його визначення багато в чому залежить від суб'єктивних факторів. Будемо вважати користувачем курсу кожного, хто хоч раз відвідував цей курс. У такому разі для визначення кількості користувачів можна використати таблицю **mdl_user_lastaccess**.

SQL-запит має такий вигляд.

```
1 SELECT  
  
2 COUNT(mdl_user_lastaccess.id) AS 'NUM US',  
  
3 mdl_user_lastaccess.courseid AS 'CR ID'  
  
4 FROM  
  
5 mdl_user_lastaccess  
  
6 GROUP BY  
  
7 mdl_user_lastaccess.courseid
```

У запиті два нові оператори SQL. Оператор **COUNT** (№ 2) підраховує кількість величин (цього разу ідентифікаторів **ID**) зі значенням, що не співпадає з **NULL**, у рядках, отриманих за допомогою команди **SELECT**.

Оператор **GROUP BY** (№ 2–3) визначає угруповання під час вибірки даних. Всі підрахунки виконуються для кожної групи окремо. У цьому разі підсумовування кількості записів (або значень ідентифікаторів **ID**) здійснюється для кожного курсу окремо.

Зрозуміло, що якщо оператор **GROUP BY** не зазначений, то **COUNT** підрахує загальну кількість записів у таблиці.

Отже, визначено такі поля:

- **NUM US** – кількість користувачів;
- **CR ID** – ідентифікатор курсу.

4.2.4 Активність користувачів курсу

Активність користувачів курсу – це сумарна кількість усіх дій користувачів курсу (у межах курсу).

SQL-запит, що підраховує активність користувачів, не відрізняється від попереднього запиту.

```
1 SELECT
2 COUNT mdl_log.id AS 'NUM ACT',
3 mdl_log.course AS 'CR ID'
4 FROM
5 mdl_log
6 WHERE
7 mdl_log.course > 1
8 GROUP BY
9 mdl_log.course
```

Отже, визначено такі поля:

- **NUM ACT** – активність;
- **CR ID** – ідентифікатор курсу.

4.2.5 Визначення викладачів курсу

Визначення викладачів усіх курсів виявилось досить непростим завданням. Довелося використати чотири таблиці (п'ята таблиця, **mdl_user_lastaccess**, потрібна була для визначення останнього відвідування викладачем курсу).

Оператор **SELECT** (№ 1–8) визначає такі поля результату запиту:

- **US ID** – ідентифікатор користувача;
- **US LNM** – ім'я користувача;
- **US FNM** – прізвище користувача;
- **CR ID** – ідентифікатор курсу;
- **LAST AC** – дата останнього входу користувача на курс;
- **CR FNM** – повна назва курсу;
- **CT ID** – категорія курсу.

Зазначимо, що час вимірюється в секундах від початку «епохи UNIX» (1 січня 1970 року) і є великим цілим числом. Функція

FROM_UNIXTIME переводить це число у такий вигляд, що читається, наприклад, так **2011-03-29 14:42:52**.

```
1  SELECT
2  mdl_user.id AS 'US ID',
3  mdl_user.lastname AS 'US LNM',
4  mdl_user.firstname AS 'US FNM',
5  mdl_course.id AS 'CR_ID',
6  FROM_UNIXTIME(mdl_user_lastaccess.timeaccess) AS
'LAST AC',
7  mdl_course.fullname AS 'CR FNM',
8  mdl_course.category AS 'CT ID'
```

Оператор **FROM** (№ 9-14) визначає таблиці, з яких вибирається інформація.

```
9  FROM
10 mdl_role_assignments,
11 mdl_context,
12 mdl_user,
13 mdl_course,
14 mdl_user_lastaccess
```

Оператор **WHERE** (№ 15–28) визначає умови вибору інформації з декількох таблиць. Використовується також логічний оператор **AND**, що підтверджує те, що інформація додається до результату запиту тільки в тому разі, якщо виконуються всі умови.

Ми визначаємо тільки тих користувачів, які виконують роль викладача (№ 18) у контексті курсу (№ 16). Значення констант, що визначають контекст курсу (50) і роль викладача (3) ми визначили на підставі попереднього досвіду і дослідження вихідних текстів програм.

У № 20 зв'язуються таблиці **mdl_role_assignments** (поле **contextid**) і **mdl_context** (поле **id**). Ми вибираємо записи з таблиці **mdl_context**, які відповідають користувачам, що задовільняють умови в № 16 і № 18.

Таблиця **mdl_context** потрібна тільки для того, щоб знати викладача з курсом. Було отримано виразне пояснення (що зустрічається рідко) в описі бази даних:

*«Таблиця **mdl_context** визначає контекст в Moodle, наприклад вся система, курс, конкретний елемент курсу. Тип контексту задається*

змінною **contextlevel**, а змінна **instanceid** указує на таблицю, що відповідає типу контексту».

Можна припустити, що якщо в нас тип контексту – курс, то змінна **instanceid** пов'язує таблицю **mdl_context** з таблицею **mdl_course**, а змінна зв'язку в таблиці **mdl_course** – ідентифікатор курсу (**id**). В № 22 ці таблиці пов'язуються.

У № 24 пов'язуються таблиці **mdl_role_assignments** (поле **contextid**) і **mdl_user** (поле **id**). З таблиці **mdl_user** оберемо ім'я та прізвище користувача.

У № 26 і № 28 визначимо записи в таблиці **mdl_user_lastaccess**, у яких міститься інформація про останнє відвідування кожним обраним раніше викладачем кожного обраного раніше курсу. Для цього поєднаємо таблицю **mdl_user_lastaccess** (поле **userid**) з таблицею **mdl_user** (поле **id**) і, через поле **courseid**, з таблицею **mdl_course** (поле **id**).

15 WHERE

16 (mdl_context.contextlevel=50)

17 AND

18 (mdl_role_assignments.roleid = 3)

19 AND

20 (mdl_role_assignments.contextid=mdl_context.id)

21 AND

22 (mdl_context.instanceid=mdl_course.id)

23 AND

24 (mdl_role_assignments.userid = mdl_user.id)

25 AND

26 (mdl_user_lastaccess.userid = mdl_user.id)

27 AND

28 (mdl_user_lastaccess.courseid = mdl_course.id)

Оператор **ORDER BY** (№ 29–32) визначає порядок сортування виведеної інформації. Спочатку інформація сортується за ідентифікатором користувача (№ 30), потім – за останнім відвідуванням користувача (№ 31), далі – за ідентифікатором курсу.

Сортування за останнім відвідуванням користувача здійснюється в порядку спадання (ключове слово **DESC**).

29 ORDER BY

```
30 mdl_user.id,  
31 mdl_user_lastaccess.timeaccess DESC,  
32| mdl_course.id
```

4.3 Користувальницька бібліотека функцій

Отримавши інформацію з бази даних **Moodle**, необхідно її обробити, використовуючи універсальну програму роботи з текстовими файлами **awk**.

Під час реалізації завдання оброблення інформації було з'ясовано, що обсяг коду (рядків програми) дуже швидко зростає. Крім того, обробка інформації досить уніфікована і окремі блоки використовуються багаторазово.

З огляду на це необхідно було створити «бібліотеку функцій», що додають до тексту програми перед її виконанням (користувацька бібліотека функцій). Реалізувати цю ідею заважала відсутність завдання достатньої складності й обсягу.

Отже, з'явилося завдання створення користувацької бібліотеки. Воно було реалізовано досить швидко.

Пояснимо, як працювати з користувацькою бібліотекою функцій, на конкретному прикладі.

Нехай у межах одного завдання (проекту) необхідно розробити дві програми. Перша видаляє з кожного рядка вхідного файлу зайві пробіли, а друга – ще й заміняє спеціальні символи **html** на послідовності, які ці символи кодують (наприклад лапки кодуються послідовністю **"**).

Файл **ex1.aw** реалізує перше завдання.

Рядок, що починається із символів **#libpath**, визначає шлях до бібліотеки функцій (№ 1).

Рядок, що починається із символів **#include**, визначає ім'я файлу, з якого вставляється інформація у вихідну програму (№ 2).

```
1 #libpath c:/awklib  
  
2 #include trim.f  
  
4 {  
5   print (trim($0));  
6 }
```

Файл **ex2.aw** реалізує друге завдання.

```
1 #libpath c:/awklib  
  
2 #include trim.f  
  
3 #include HTML_spec.f
```

```

5 {
6     print HTML_spec(trim($0));
7 }

```

Функції, які вносяться у вихідні програми, необхідно розмістити в бібліотеці.

Файл **trim.f** містить функцію **trim**, що видаляє з рядка зайві пробіли (всі пробіли на початку та наприкінці рядка, будь-яка послідовність пробілів усередині рядка замінюється на один пробіл).

```

1 function trim(str){
2     trim_str = str;
3     gsub(/^ +/, "", trim_str);
4     gsub(/ +$/, "", trim_str);
5     gsub(/ {2,}/, " ", trim_str);
6     return trim_str;
7 }

```

Файл **HTML_spec.f** містить функцію, що закодує спеціальні символи **html** (докладніше про цю функцію див. [78, 79]).

```

1 function HTML_spec(str, s){
2     s = str;
3     gsub(/\&/, "\\&", s);
4     gsub(/\"/, "\\\"", s);
5     gsub(</, "\\<", s);
6     gsub(>/, "\\>", s);
7     return s;
8 }

```

Файл **__prj.bat** здійснює «допроцесорну» обробку файлів проекту, тобто розміщує в текстах програм вміст файлів з рядків **#include**.

```

1 gawk --re-interval -f c:/awklib/pawk.mk ex1._aw >
ex1.awk

```

```

2 gawk --re-interval -f c:/awklib/pawk.mk ex2._aw >
ex2.awk

```


За додавання рядків з файлів відповідає програма (мовою **awk**) **pawk.mk**. Ця програма дуже проста й особливих коментарів не потребує.

```
1 function trim(str){
2     trim_str = str;
3     gsub(/^ +/, "", trim_str);
4     gsub(/ +$/, "", trim_str);
5     gsub(/ {2,}/, " ", trim_str);
6     return trim_str;
7 }
9 function print_file(fn){
10    while(r = getline s < fn){
11        if(r == -1){
12            print "ERROR: " fn " - " ERRNO;
13            return -1;
14        }
15        print s
16    }
17    return 0;
18 }
20 BEGIN{
21     lp = "";
22 }
24/ ^#libpath/{
25     s = $0;
26     gsub(/^#libpath/, "", s);
27     lp = trim(s) "/";
28     next;
```

```

29 }
31/ ^#include/{
32     s = $0;
33     gsub(/^#include/,"",s);
34     fn = lp trim(s);
35     print_file(fn);
36     next;
37 }
39 {
40     print $0;
41 }

```

Отже, отримаємо два готові до виконання програмні файли.
Файл **ex1.awk**.

```

1 function trim(str){
2     trim_str = str;
3     gsub(/^ +/, "", trim_str);
4     gsub(/ +$/, "", trim_str);
5     gsub(/ {2,}/, " ", trim_str);
6     return trim_str;
7 }
10 {
11     print (trim($0));
12 }

```

Файл **ex2.awk**.

```

1 function trim(str){
2     trim_str = str;
3     gsub(/^ +/, "", trim_str);
4     gsub(/ +$/, "", trim_str);

```

```

5   gsub(/ {2,}/," ",trim_str);
6   return trim_str;
7 }

9 function HTML_spec(str,  s){
10  s = str;
11  gsub(/\&/,"\\\\\\\\&",s);
12  gsub(/\"/,"\\\\\\\\"",s);
13  gsub(/</,"\\\\\\\\<",s);
14  gsub(/>/,"\\\\\\\\>",s);
15  return s;
16 }

19 {
20  print HTML_spec(trim($0));
21 }

```

Охарактеризуємо всі функції, які були використані в проекті.

4.3.1 Функції роботи з файлами csv

Результати роботи SQL-запитів ми зберігали в текстових файлах спеціального формату **csv**. Всі поля в записах беруться у лапки та розділяються комами. Фрагмент такого файлу подамо нижче.

```

"NUM АСТ","CR ID"
"23222","2"
"2199","11"
"26442","14"

```

Файли такого типу добре відтворюються електронними таблицями. Для перегляду цих файлів ми використали електронну таблицю **calc** пакета **Open Office**.

Ми визначили три функції, що обробляють записи формату **csv**.

Функція **csv_get_rec** записує всі поля запису в масив **arr_res** і повертає кількість полів.

```

1 function csv_get_rec(str,arr_res,  n){
2   n = split(str,arr_res, "\\","\\");
3   gsub(/^[^"]/, "",arr_res[1]);

```

```

4   gsub("/$/", "", arr_res[n]);
5   return n;
6 }

```

Функція **csv_make_rec** складає запис (рядок) з елементів масиву **arr_fld** (**n_fld** – кількість елементів) і повертає цей рядок.

```

1 function csv_make_rec(arr_fld, n_fld, i, s){
2   s = "\"" arr_fld[1] "\"";
3   for(i=2; i<=n_fld; i++)
4     s = s ", " "\"" arr_fld[i] "\"";
5   return s;
6 }

```

Функція **csv_newsep** переміщує запис виду «f1», «f2», ... , «fn» у рядок **f1 sep f2 sep ... sep fn**. Цей рядок повертається.

```

1 function csv_newsep(str, sep, n, tmp_a, i, s){
2   n = csv_get_rec(str, tmp_a);
3   s = tmp_a[1]
4   for(i=2; i<=n; i++) s = s sep tmp_a[i];
5   return s;
6 }

```

4.3.2 Функції роботи з таблицями

Функції роботи з таблицями реалізують основні можливості оброблення інформації, що зазвичай застосовуються в системах керування базами даних.

Таблиці читаються та записуються у файли **csv**. Одне з полів визначається як ключове, воно повинно мати унікальне значення для кожного запису.

Перший рядок таблиці містить імена полів.

Для опису всіх функцій ми будемо використовувати тестову таблицю (файл **csv**). Текст файлу наведений нижче.

```
"FN", "DT", "I"
```

```
"Іванов", "2011-03-02", "2"
```

```
"Іванов", "2011-03-02", "6"
```

"Іванов", "2011-03-01", "5"

"Іванов", "2011-03-01", "1"

"Петров", "2011-03-02", "4"

"Петров", "2011-03-01", "3"

Функція **tbl_new** створює нову таблицю з файлу **csv**.

Масиви **a_ind**, **a_data** призначені для зберігання інформації. Для кожної таблиці створюються свої масиви, вся інформація з них видаляється (№ 2–3).

У разі створення таблиці масив **a_data** залишається порожнім.

Параметр **s_fld** повинен містити список імен полів, розділених значком «#» (такий спосіб опису полів обраний для спрощення написання текстів програм, лапки в строкові змінні вносити не дуже зручно).

Параметр **s_key** – це ім'я ключового поля.

Функція **tbl_new** записує в масив **a_ind** таку інформацію:

- **a_ind["rec_total"]** – кількість записів у таблиці (під час створення дорівнює 0);

- **a_ind["fld_list"]** – список імен полів;
- **a_ind["fld_total"]** – кількість полів у записі;
- **a_ind["key_index"]** – номер ключового поля в списку полів.

Крім того, для кожного поля в масиві визначається такий запис:
a_ind[«ім'я поля»], дорівнює номеру поля в списку.

Функція відновлює значення **1**, якщо ім'я ключового поля відсутнє в списку полів, у протилежному разі – **0**.

```
1 function tbl_new(a_ind, a_data, s_fld, s_key,  
tmp_a,i,n,k){  
2     delete a_ind;  
3     delete a_data;  
4     a_ind["rec_total"] = 0;  
5     a_ind["fld_list"] = s_fld;  
6     n = split(s_fld,tmp_a,"#");  
7     if(n==0) return 1;  
8     for(i=1; i<=n; i++)  
9         a_ind[tmp_a[i]] = i;  
10    a_ind["fld_total"] = n;
```

```

11  k = 0;
12  for(i=1; i<=n; i++)
13      if(s_key == tmp_a[i]) k = i;
14  if(k==0) return 1;
15  a_ind["key_index"] = k;
16  return 0;
17  }

```

Тестову таблицю можна створити за допомогою такого виклику функції:

```
tbl_new(indTST,dataTST,'FN#DT#I','I').
```

До того ж масив **indTST** буде записана така інформація:

- **indTST["rec_total"] = 0;**
- **indTST["fld_total"] = 3;**
- **indTST["fld_list"] = FN#DT#I;**
- **indTST["key_index"] = 3;**
- **indTST["FN"] = 1;**
- **indTST["DT"] = 2;**
- **indTST["I"] = 3.**

Функція **tbl_read** відтворює таблицю з файлу. Перший рядок файлу має містити список імен полів; **fn** – ім'я вхідного файлу, **s_key** – ім'я ключового поля.

Для створення таблиці викликається функція **tbl_new**.

Функція відновлює значення **-1**, якщо відбувся збій під час прочитання файлу; **1** – якщо ім'я ключового поля відсутнє у списку полів, у протилежному разі – **0**.

```

1  function tbl_read(a_ind, a_data, s_key, fn,
s,tmp_a,i,n,r){
2      r = getline s < fn;
3      if(r == -1){
4          print "ERROR: " fn " - " ERRNO;
5          return -1;
6      }
7      s = csv_newsep(s ,"#");
8      if(tbl_new(a_ind, a_data, s, s_key)) return 1;

```

```

9   while(r = getline s < fn){
10      if(r == -1){
11         print "ERROR: " fn " - " ERRNO;
12         return -1;
13      }
14      n = csv_get_rec(s,tmp_a);
15      if(n < a_ind["key_index"]) return 1;
16      tbl_put_rec(a_ind, a_data,
tmp_a[a_ind["key_index"]], tmp_a);
17  }
18  close(fn);
19  return 0;
20 }

```

Тестову таблицю можна відтворити з файлу за допомогою такого виклику функції: **tbl_read(indTST,dataTST,"I","ex.csv")**.

У цьому разі в масиві **indTST** і **dataTST** буде записана така інформація.

```

indTST[1]=2      dataTST[2]="Іванов","2011-03-02","2"
indTST[2]=6      dataTST[6]="Іванов","2011-03-02","6"
indTST[3]=5      dataTST[5]="Іванов","2011-03-01","5"
indTST[4]=1      dataTST[1]="Іванов","2011-03-01","1"
indTST[5]=4      dataTST[4]="Петров","2011-03-02","4"
indTST[6]=3      dataTST[3]="Петров","2011-03-01","3"

```

Функція **tbl_get_rec** відповідає запису, що є значенням ключового поля.

Параметр **s_key** – значенням ключового поля, а значення всіх полів записується в масив **a_val**.

Функція відновлює значення **1**, якщо запис у таблиці відсутній, у цьому разі в масив **a_val** записується тільки значення ключового поля.

Якщо запис у таблиці віднайдений, то заповнюються всі елементи масиву **a_val** і відновлюється значення **0**.

```

1 function tbl_get_rec(a_ind,a_data,s_key,a_val,
i){

```

```

2   if(s_key in a_data){
3       csv_get_rec(a_data[s_key],a_val);
4       return 0;
5   }
6   delete a_val;
7   for(i=1;i<=a_ind["fld_total"];i++) a_val[i] =
"";

8   a_val[a_ind["key_index"]] = s_key;
9   return 1;
10  }

```

Перший запис у таблиці можна отримати за допомогою такого виклику функції: **tbl_get_rec(indTST,dataTST,"2",tmp_tst)**.

У масив **tmp_tst** буде записана така інформація.

```
tmp_tst[1]="Іванов"
```

```
tmp_tst[2]="2011-03-02"
```

```
tmp_tst[3]="2"
```

Функція **tbl_put_rec** заносить запис у таблицю.

Параметр **s_key** є значенням ключового поля, значення всіх полів повинні бути записані в масиві **a_val**.

Функція відновлює значення **1**, якщо запис у таблиці відсутній, у цьому разі в таблицю заноситься новий запис.

Якщо запис у таблиці віднайдений, то записується вся інформація з масиву **a_val** (запис відновлюється) і повертається значення **0**.

```
1 function tbl_put_rec(a_ind, a_data, s_key, a_val,
s_data){
```

```
2   a_val[a_ind["key_index"]] = s_key;
```

```
3   s_data = csv_make_rec(a_val,a_ind["fld_total"]);
```

```
4   if(s_key in a_data){
```

```
5       a_data[s_key] = s_data;
```

```
6       return 0;
```

```
7   }
```

```
8   a_data[s_key] = s_data;
```



```

9    a_ind[++a_ind["rec_total"]] = s_key;
10   return 1;
11 }

```

Функція **tbl_sort_arr** відсортовує масив **arr** (кількість елементів – **nr**).

Якщо параметр **stp** дорівнює **"DESC"**, то сортування здійснюється в порядку спадання, у протилежному разі – зростання.

Функція відновлює значення **1**, якщо кількість елементів масиву менше за два, у протилежному разі – **0**.

```

1 function tbl_sort_arr(arr,nr,stp,      i,j,v){
2     if(nr<=1) return 1;
3     for(i=1; i<nr; i++)
4         for(j=i+1; j<=nr; j++)
5             if(((stp=="DESC") && (arr[i]<arr[j])) ||
6                 ((stp!="DESC") && (arr[i]>arr[j]))) {
7                 v = arr[i];
8                 arr[i] = arr[j];
9                 arr[j] = v;
10            }
11    return 0;
12 }

```

Функція **tbl_sort_fld** відсортовує окреме поле (ім'я поля – **s_fld**) у таблиці, це поле повинне складатися з підполів, відокремлених рядком **sep**.

Якщо параметр **tp** дорівнює **"DESC"**, то сортування здійснюється в порядку спадання, у протилежному разі – зростання.

```

1 function tbl_sort_fld(a_ind,a_data,s_fld,sep,tp,
tmp_a,n,s,i){
2     for(i=1; i<=a_ind["rec_total"]; i++){
3         tbl_get_rec(a_ind,a_data,a_ind[i],tmp_a);
4         s = tmp_a[a_ind[s_fld]];
5         n = split(s,arr,sep);

```

```

6      tbl_sort_arr(arr,n,tp);
7      s = arr[1];
8      for(j=2; j<=n; j++) s = s sep arr[j];
9      tmp_a[a_ind[s_fld]] = s;
10     tbl_put_rec(a_ind,a_data,a_ind[i],tmp_a);
11 }
12 }

```

Функція **tbl_sort**. відсортовує таблицю за списком полів (параметр **s_fld**). Поля в списку розділяються символом "#".

s_stp – список типів сортування для кожного поля (типи сортування також розділяються символом "#").

```

1 function tbl_sort(a_ind,a_data,s_fld,s_stp,
2     pri,a_fld,a_stp,k,n,ai,aj,nr,i,j,si,sj,v){
3     n = split(s_fld,a_fld,"#");
4     split(s_stp,a_stp,"#");
5     nr = a_ind["rec_total"];
6     if(nr<=1) return 1;
7     for(i=1; i<nr; i++){
8         for(j=i+1; j<=nr; j++){
9             tbl_get_rec(a_ind,a_data,a_ind[i],ai);
10            tbl_get_rec(a_ind,a_data,a_ind[j],aj);
11            pri = 0;
12            for(k=1; k<=n; k++){
13                si = ai[a_ind[a_fld[k]]];
14                sj = aj[a_ind[a_fld[k]]];
15                if(si == sj) continue;
16                if(((a_stp[k]=="DESC") && (si<sj)) ||
17                    ((a_stp[k]!="DESC") && (si>sj)) )

```

```

18         pri = 1;
19         break;
20     }
21     if(pri){
22         v = a_ind[i];
23         a_ind[i] = a_ind[j];
24         a_ind[j] = v;
25     }
26 }
27 return 0;
28 }

```

Виклик функції **tbl_sort(indTST,dataTST,"FN#DT#I", "ASC#DESC#0")** відсортовує таблицю так.

Спочатку за полем **"FN"** (в порядку зростання), потім за полем **"DT"** (в порядку спадання), потім за полем **"I"** (в порядку зростання).

Функція **tbl_print** виводить таблицю у файл **fn**.

```

1 function tbl_print(a_ind, a_data,fn,
n,tmp_a,s){
2     n = split(a_ind["fld_list"],tmp_a,"#");
3     s = csv_make_rec(tmp_a,n);
4     if(fn != "") print s > fn;
5         else print s;
6     for(n=1; n<=a_ind["rec_total"]; n++)
7         if(fn != "") print a_data[a_ind[n]] > fn;
8             else print a_data[a_ind[n]];
9 }

```

Функція **tbl_debug_print** друкує вміст таблиці в режимі налагодження.

```

1 function tbl_debug_print(a_ind, a_data, i){
2     for(i in a_ind)

```

```

3      if(i !~ /^[0-9]/)

4          if (fn != "")
printf("a_ind[%s]=%s\n",i,a_ind[i]) > fn

5              else
printf("a_ind[%s]=%s\n",i,a_ind[i]);

6      if (fn != "") print "-i-i-i-i-i-i-i-i-i-i-i-i-i-i" >
fn

7          else print "-----";

8      for(i=1; i<=a_ind["rec_total"]; i++)

9          if (fn != "") printf("[%s]=%s -> %s\n",
i,a_ind[i],a_data[a_ind[i]]) > fn

10             else printf("[%s]=%s -> %s\n",
i,a_ind[i],a_data[a_ind[i]]);

11 }

```

4.3.3 Інші функції

Функція **HTML_spec** кодує спеціальні символи **html** (див. вище).

Функція **read_ptn** відтворює шаблон звіту, у який виводяться результати оброблення інформації (докладніше про цю функцію див. [77, 78]).

```

1  function read_ptn(fn,  i,r,s){

2      ptn_count = 0;

3      while(r = getline s < fn){

4          if(r == -1){

5              print "ERROR: " fn " - " ERRNO;

6              return -1;

7          }

8          if(s ~ /^<!#####/)

9              ptn_count++;

10         else

11             ptn_src[ptn_count] = ptn_src[ptn_count] s
"\n";

```

```

12     }
13     close(fn);
14     ptn_count++;
15     for(i=0; i<ptn_count; i++)
16         ptn_cur[i] = ptn_src[i];
17 }

```

Функція **read_strings** відтворює з файлу масив рядків, ці рядки можна знайти за індексом (ім'ям рядка).

```

1 function read_strings(fn,srt_arr,
s_key,s_val,r){
2     while(r = getline s_key < fn){
3         if(r == -1){
4             print "ERROR: " fn " - " ERRNO;
5             return -1;
6         }
7         r = getline s_val < fn
8         srt_arr[s_key] = s_val;
9     }
10    return 0;
11 }

```

4.4 Обробка інформації

У каталозі **work** додатків подані всі файли, які ми використали під час роботи.

У підкаталозі **baza** розміщені такі результати SQL-запитів:

- **cr_act_cnt.csv** – активність користувачів курсу;
- **cr_cat.csv** – список категорій курсів;
- **cr_la_cnt.csv** – кількість користувачів курсу;
- **cr_tch_la.csv** – викладачі курсів.

У підкаталозі **man_certif** міститься таблиця сертифікатів (**sert.csv**) викладачів, отримана вручну.

У підкаталозі **man_course** містяться такі таблиці:

- **cr.csv** – результат SQL-запиту – «Список курсів». Таблиця повинна бути перевірена та відкоректована вручну (можливі некоректні записи);
- **cr_info_fin.csv** – визначає активність курсу. Рішення приймає людина, результати заносяться в спеціальне поле таблиці.

В підкаталозі **man_kaf** міститься таблиця **tch_kaf.csv**, у яку заноситься інформація про викладачів усіх кафедр, отримала з бази даних **Moodle**. Під час формування таблиці інформація обробляється вручну.

У підкаталозі **prj** містяться всі файли **_aw** (тексти програм, що до початку використання мають оброблятися «до процесорно»), командний файл (**__prj.bat**), що здійснює цю обробку, та командні файли виклику всіх програм.

Текст файлу **__prj.bat**.

```
1 gawk --re-interval -f c:/awklib/pawk.mk  
10_tch_kaf_tohand._aw > 10_tch_kaf_tohand.awk
```

```
2 gawk --re-interval -f c:/awklib/pawk.mk  
20_cr_tch._aw > 20_cr_tch.awk
```

```
3 gawk --re-interval -f c:/awklib/pawk.mk  
30_cr_tohand._aw > 30_cr_tohand.awk
```

```
4 gawk --re-interval -f c:/awklib/pawk.mk  
40_tch_info._aw > 40_tch_info.awk
```

```
5 gawk --re-interval -f c:/awklib/pawk.mk  
50_cat_info._aw > 50_cat_info.awk
```

```
6 gawk --re-interval -f c:/awklib/pawk.mk  
out_tch._aw > out_tch.awk
```

```
7 gawk --re-interval -f c:/awklib/pawk.mk  
out_tch_kaf._aw > out_tch_kaf.awk
```

```
8 gawk --re-interval -f c:/awklib/pawk.mk  
out_crs_kaf._aw > out_crs_kaf.awk
```

У підкаталозі **sql** містяться тексти всіх SQL-запитів.

У підкаталозі **_site_ptn** містяться шаблони звітів.

Підкаталог **_html** призначений для виведення інформації у вигляді набору **html-сторінок**.

У головному каталозі додатка наведені всі програми та командні файли, які їх відтворюють. Командні файли потрібно виконувати в певній послідовності (вони пронумеровані із кроком 10).

4.4.1 Алгоритм роботи

Перед початком обробки інформації необхідно виконати всі SQL-запити, зберегти їхні результати та розмістити їх у відповідних каталогах. Потім необхідно підготувати всі таблиці, для формування яких необхідна ручна обробка інформації. Для цього потрібно здійснити такі операції.

1. Відтворюється файл **10_tch_kaf_tohand.bat**, що визначає зв'язок викладачів і кафедр. Результат записується в таблицю **man_kaf/tch_kaf_to_hand.csv**. Після редагування цього файлу потрібно сформувати таблицю **man_kaf/tch_kaf.csv**. Таке визначення викладачів - тимчасовий захід, надалі передбачається отримувати списки викладачів з бази даних відділу кадрів.

2. У файлі **20_cr_tch.bat** формуються списки курсів кожного викладача (таблиця **tchcrla.csv**) і списки викладачів кожного курсу (**crtchla.csv**).

3. У файлі **30_cr_tohand.bat** створюється таблиця (**man_course/cr_info_hand.csv**), для визначення вручну статусу курсу (активний курс чи ні). Результат подається у таблиці **man_course/cr_info_fin.csv**.

4. У файлі **40_tch_info.bat** формується таблиця (**out_tch.csv**), у якій є вся інформація про викладача. Вона містить кількість курсів взагалі та активних курсів кожного викладача зокрема. Якщо кількість активних курсів не дорівнює нулю, то викладач вважається працюючим.

5. У файлі **50_cat_info.bat** здійснюється підрахунок кількості курсів і викладачів для всіх кафедр і категорій більш високого рівня. Активні курси та працюючі викладачі позначаються окремо. Виводиться стартова сторінка звіту – файл **0.html**.

6. У довільному порядку відтворюються файли, що формують вихідну інформацію:

- **out_crs_kaf.bat** – списки курсів кожної кафедри;
 - **out_tch.bat** – списки курсів кожного викладача;
 - **out_tch_kaf.bat** – списки викладачів кожної кафедри;
- Подамо докладну характеристику програмних файлів.

4.4.2 Визначення викладачів кафедр

Програмний файл **10_tch_kaf_tohand.aw** визначає зв'язок викладачів і кафедр.

Ця програма відтворюється за допомогою командного файлу **10_tch_kaf_tohand.bat**.

```
1 gawk --re-interval -f 10_tch_kaf_tohand.awk  
baza\cr_tch_la.csv > report.txt
```

У № 1–13 до тексту програми вносяться всі необхідні функції.

```
1 #libpath c:/awklib  
  
2 #include csv_get_rec.f  
  
3 #include csv_make_rec.f
```

```

4 #include csv_newsep.f
5 #include tbl_sort_arr.f
6 #include tbl_new.f
7 #include tbl_put_rec.f
8 #include tbl_get_rec.f
9 #include tbl_read.f
10 #include tbl_print.f
11 #include tbl_sort_fld.f
12 #include tbl_sort.f
13 #include tbl_debug_print.f

```

У № 17 створюється таблиця **man_kaf/tch_kaf_to_hand.csv** (у неї записуються результати), що містить такі поля:

- **KEY** – ключове поле, у нього записується ідентифікатор користувача та ідентифікатор категорії, що розділені значком підкреслення;

- **US_ID** – ідентифікатор користувача;
- **US_NM** – прізвище та ім'я користувача;
- **US_CAT** – категорія користувача;
- **CAT_NM** – назва категорії.

У № 20 з файлу **man_course/cr.csv** відтворюється таблиця (список курсів), що містить такі поля:

- **ID** – ідентифікатор курсу (ключове поле);
- **VS** – оприявленість курсу;
- **CT ID** – категорія курсу;
- **FNM** – повне ім'я;
- **SNM** – коротке ім'я.

У № 23 з файлу **baza/cr_cat.csv** відтворюється таблиця (категорії курсів), що містить такі поля:

- **ID** – ідентифікатор категорії;
- **PARENT** – «батьківська» категорія;
- **NAME** – назва категорії;
- **DEPTH** – довжина шляху, у полі **path**;
- **PATH** – повний шлях від головної категорії до поточної;
- **NUM CR** – кількість курсів у категорії.

```

15 BEGIN{

```



```

17  tbl_new(indUS, dataUS,
"KEY#US_ID#US_NM#US_CAT#CAT_NM", "KEY");

20  tbl_read(indCR,dataCR,"ID","man_course/cr.csv");

23  tbl_read(indCAT,dataCAT,"ID","baza/cr_cat.csv");

24| }

```

У № 26–56 обробляються записи вхідного файлу (**baza/cr_tch_la.csv**), який містить такі поля:

- **US ID** – ідентифікатор користувача;
- **US LNM** – прізвище користувача;
- **US FNM** – ім'я користувача;
- **CR ID** – ідентифікатор курсу;
- **LAST AC** – останнє відвідування курсу викладачем;
- **CR FNM** – повна назва курсу;
- **CT ID** – категорія курсу.

Запис, що містить імена полів, не обробляється (№ 26–29).

```

26 NR == 1{

27  next;

28| }

```

У № 34–38 рядок вхідного файлу розбивається на окремі поля.

З таблиці **man_course/cr.csv** обирається запис, що відповідає ідентифікатору курсу **cr_id** (№ 42). За цим записом визначається ідентифікатор категорії курсу та записується до змінної **cat_id** (№ 43). Далі (№ 44) з таблиці **baza/cr_cat.csv** відтворюється запис, що відповідає значенню ключового поля **cat_id**, за цим записом обирається назва категорії (№ 45).

```

33 {

34  csv_get_rec($0,arr_line)

35  us_id = arr_line[1];

36  cr_id = arr_line[4];

37  us_nm = arr_line[2] " " arr_line[3];

38  cr_nm = arr_line[6];

42  r = tbl_get_rec(indCR,dataCR,cr_id,tmp_a);

43  cat_id = tmp_a[indCR["CT ID"]];

```

```

44  tbl_get_rec(indCAT,dataCAT,cat_id,tmp_a);
45  cat_nm = tmp_a[indCAT["NAME"]];

У № 47 формується значення ключового поля для вихідної таблиці.
У № 50–57 у вихідну таблицю заноситься наступний запис.
47  key = us_id "_" cat_id;

50  tbl_get_rec(indUS,dataUS,key,tmp_a);
51  tmp_a[indUS["US_ID"]] = us_id;
52  tmp_a[indUS["US_NM"]] = us_nm;
53  tmp_a[indUS["US_CAT"]] = cat_id;
54  tmp_a[indUS["CAT_NM"]] = cat_nm;
55  tbl_put_rec(indUS,dataUS,key,tmp_a);
56 }

```

Вихідна таблиця відсортовується за користувачем та за категорією (№ 59) і записується у файл (№ 60).

```

58 END{

59  tbl_sort(indUS,dataUS,"US_ID#US_CAT","ASC#ASC");

60  tbl_print(indUS,dataUS,
"man_kaf/tch_kaf_to_hand.csv");

63 }

```

4.4.3 Визначення курсів викладача і викладачів курсу

У програмному файлі **20_cr_tch.aw** формується список викладачів і їхніх курсів, а також список курсів і їхніх викладачів.

Ця програма відтворюється за допомогою командного файлу **20_cr_tch.bat**.

```

1 gawk --re-interval -f 20_cr_tch.awk
baza\cr_tch_la.csv> report.txt

```

У № 1–13 до тексту програми вносяться всі необхідні функції (див. опис програми **10_tch_kaf_tohand.aw**).

У № 17 створюється таблиця **tchcr1a.csv**, що містить такі поля:

- **US_ID** – ідентифікатор користувача (ключове поле);
- **US_NM** – прізвище та ім'я користувача;
- **US_CR** – курси користувача.

Усі курси викладача записуються в поле **US_CR**, інформація про кожний курс відокремлюється символом "#". Для кожного курсу

записуються останнє відвідування викладача й ідентифікатор курсу (через пробіл), наприклад:

"2011-06-11 409#2011-06-10 195"

У № 18 створюється таблиця **crtchla.csv**, що містить такі поля:

- **CR_ID** – ідентифікатор курсу (ключове поле);
- **CR_NM** – назва курсу;
- **CR_US** – викладачі курсу (структура цього поля аналогічна до **US_CR**).

```
15 BEGIN{
```

```
16     tbl_new(indUS, dataUS, "US_ID#US_NM#US_CR",  
"US_ID");
```

```
17     tbl_new(indCR, dataCR, "CR_ID#CR_NM#CR_US",  
"CR_ID");
```

```
18 }
```

У № 20–48 обробляються записи вхідного файлу (**baza/cr_tch_la.csv**), що містить такі поля:

- **US ID** – ідентифікатор користувача;
- **US LNM** – прізвище користувача;
- **US FNM** – ім'я користувача;
- **CR ID** – ідентифікатор курсу;
- **LAST AC** – останній вхід викладача на курс;
- **CR FNM** – повна назва курсу;
- **CT ID** – категорія курсу.

Запис, що містить імена полів, не обробляється (№ 20–22).

```
20 NR == 1{
```

```
21     next;
```

```
22 }
```

У № 28–33 рядок вхідного файлу розбивається на окремі поля.

У таблиці **tchcrla.csv** відтворюється запис, що відповідає поточному ідентифікатору користувача (№ 36), у поле «Курси викладача» дописуються ідентифікатор поточного курсу та останнє відвідування викладача цього курсу (№ 38–39), потім запис відновлюється (№ 40).

```
27 {
```

```
28     csv_get_rec($0,arr_line);
```

```
29     us_id = arr_line[1];
```

```

30  cr_id = arr_line[4];
31  us_nm = arr_line[2] " " arr_line[3];
32  cr_nm = arr_line[6];
33  last_ac = substr(arr_line[5],1,10);
36  r = tbl_get_rec(indUS,dataUS,us_id,tmp_a);
37  tmp_a[indUS["US_NM"]] = us_nm;
38  if(r == 0) tmp_a[indUS["US_CR"]] =
tmp_a[indUS["US_CR"]] "#";
39  tmp_a[indUS["US_CR"]] = tmp_a[indUS["US_CR"]]
last_ac " " cr_id;
40  tbl_put_rec(indUS,dataUS,us_id,tmp_a);

```

У таблиці **crtchla.csv** відтворюється запис, що відповідає поточному ідентифікаторові курсу (№ 43), у поле «Викладачі курсу» дописуються ідентифікатор поточного викладача і його останнє відвідування цього курсу (№ 45–46), потім запис відновлюється (№ 47).

```

43  r = tbl_get_rec(indCR,dataCR,cr_id,tmp_a);
44  tmp_a[indCR["CR_NM"]] = cr_nm;
45  if(r == 0) tmp_a[indCR["CR_US"]] =
tmp_a[indCR["CR_US"]] "#";
46  tmp_a[indCR["CR_US"]] = tmp_a[indCR["CR_US"]]
last_ac " " us_id;
47  tbl_put_rec(indCR,dataCR,cr_id,tmp_a);
48 }
49

```

У таблиці **tcherla.csv** поле «Курси викладача» відсортовується в порядку спадання (тобто за останнім відвідуванням викладача, № 51). Далі вся таблиця відсортовується за цим полем в порядку спадання (№ 52).

```

50 END{
51  tbl_sort_fld(indUS,dataUS,"US_CR","#","DESC");
52  tbl_sort(indUS,dataUS,"US_CR","DESC");

```

У таблиці **crtchla.csv** поле «Викладачі» відсортовується в порядку спадання (тобто за останнім відвідуванням викладача, № 53). Далі вся таблиця відсортовується в порядку спадання за цим полем (№ 54).

```
53     tbl_sort_fld(indCR,dataCR,"CR_US","#","DESC");
```

```
54     tbl_sort(indCR,dataCR,"CR_US","DESC");
```

В № 56-57 таблиці записуються у вихідні файли.

```
56     tbl_print(indUS,dataUS,"tchcrla.csv");
```

```
57     tbl_print(indCR,dataCR,"crtchla.csv");
```

```
60 }
```

4.4.4 Інформація про курси

У програмному файлі **30_cr_tohand.aw** збирається інформація про кожний курс і формується таблиця, на підставі якої користувач приймає рішення про активність курсу.

Ця програма відтворюється за допомогою командного файлу **30_cr_tohand.bat**.

```
1  gawk --re-interval -f 30_cr_tohand.awk >
report.txt
```

У № 1–13 до тексту програми залучаються всі необхідні функції (див. опис програм **10_tch_kaf_tohand.aw** і **20_cr_tch.aw**).

У № 15 додатково залучається функція відтворення масиву рядків. Рядки відтворюються з файлу **__str.__** в № 18.

У № 20 створюється вихідна таблиця **man_course/ cr_info_hand.csv**, що містить такі поля:

- **CR_TP** – тип курсу (активний чи ні);
- **CR_ID** – ідентифікатор курсу (ключове поле);
- **CR_LA** – останнє відвідування викладачем курсу;
- **CR_US** – кількість користувачів курсу;
- **CR_ACT** – активність на курсі;
- **CR_NM** – назва курсу;
- **CR_AD** – адреса курсу в системі **Moodle** (URL).

```
15 #include read_strings.f
```

```
17 BEGIN{
```

```
18     read_strings("__str.__",GB_STR);
```

```
20     tbl_new(indCR,dataCR,
```

```
"CR_TP#CR_ID#CR_LA#CR_US#CR_ACT#CR_NM#CR_AD","CR_ID")
;
```

З файлу **crtchla.csv** відтворюється таблиця (№ 23), у вихідну таблицю переписується інформація про останнє відвідування викладачем курсу (№ 24–32).

```
23   tbl_read(indSRV,dataSRV,"CR_ID","crtchla.csv");
24   for(i=1; i<=indSRV["rec_total"]; i++){
25       s_key = indSRV[i];
26       tbl_get_rec(indSRV,dataSRV,s_key,tmp_a);
27       s = tmp_a[indSRV["CR_US"]];
28       s = substr(s,1,10);
29       tbl_get_rec(indCR,dataCR,s_key,tmp_a);
30       tmp_a[indCR["CR_LA"]] = s;
31       tbl_put_rec(indCR,dataCR,s_key,tmp_a);
32   }
```

З файлу **man_course/cr.csv** відтворюється таблиця (№ 35), у вихідну таблицю переписується інформація про назву курсу. У поле **CR_TP** записується інформація про оприявленість курсу (№ 36–45).

```
35   tbl_read(indSRV,dataSRV,"ID",
"man_course/cr.csv");
36   for(i=1; i<=indSRV["rec_total"]; i++){
37       s_key = indSRV[i];
38       tbl_get_rec(indSRV,dataSRV,s_key,tmp_a);
39       s = tmp_a[indSRV["FNM"]];
40       s1 = tmp_a[indSRV["VS"]];
41       tbl_get_rec(indCR,dataCR,s_key,tmp_a);
42       tmp_a[indCR["CR_NM"]] = s;
43       tmp_a[indCR["CR_TP"]] = s1;
44       tbl_put_rec(indCR,dataCR,s_key,tmp_a);
45   }
```

З файлу **baza/cr_la_cnt.csv** відтворюється таблиця (№ 48), у вихідну таблицю переписується інформація про кількість користувачів курсу (№ 49–56).

```
48  tbl_read(indSRV, dataSRV, "CR ID",  
"baza/cr_la_cnt.csv");  
  
49  for(i=1; i<=indSRV["rec_total"]; i++){  
  
50      s_key = indSRV[i];  
  
51      tbl_get_rec(indSRV, dataSRV, s_key, tmp_a);  
  
52      s = tmp_a[indSRV["NUM US"]];  
  
53      tbl_get_rec(indCR, dataCR, s_key, tmp_a);  
  
54      tmp_a[indCR["CR_US"]] = s;  
  
55      tbl_put_rec(indCR, dataCR, s_key, tmp_a);  
  
56  }
```

З файлу **baza/cr_act_cnt.csv** відтворюється таблиця (№ 59), у вихідну таблицю переписується інформація про активність на курсі (№ 60–67).

```
59  tbl_read(indSRV, dataSRV, "CR  
ID", "baza/cr_act_cnt.csv");  
  
60  for(i=1; i<=indSRV["rec_total"]; i++){  
  
61      s_key = indSRV[i];  
  
62      tbl_get_rec(indSRV, dataSRV, s_key, tmp_a);  
  
63      s = tmp_a[indSRV["NUM ACT"]];  
  
64      tbl_get_rec(indCR, dataCR, s_key, tmp_a);  
  
65      tmp_a[indCR["CR_ACT"]] = s;  
  
66      tbl_put_rec(indCR, dataCR, s_key, tmp_a);  
  
67  }
```

У № 70–77 визначаються та записуються у вихідну таблицю адреси курсів у системі **Moodle**.

У № 79 вихідна таблиця виводиться у файл.

```
70  for(i=1; i<=indCR["rec_total"]; i++){  
  
71      s_key = indCR[i];
```

```

72     tbl_get_rec(indCR,dataCR,s_key,tmp_a);
74     s = GB_STR["COURSE_URL"] s_key;
75     tmp_a[indCR["CR_AD"]] = s;
76     tbl_put_rec(indCR,dataCR,s_key,tmp_a);
77 }
79     tbl_print(indCR,dataCR,
"man_course/cr_info_hand.csv");
82 }

```

4.4.5 Інформація про викладача

У програмному файлі **40_tch_info.aw** збирається інформація про викладача і формується таблиця для звітів.

Ця програма відтворюється за допомогою командного файлу **40_tch_info.bat**

```
1 gawk --re-interval -f 40_tch_info.awk > report.txt
```

У № 1–13 до тексту програми залучаються всі необхідні функції (див. опис програм **10_tch_kaf_tohand.aw**, **20_cr_tch.aw** і **30_cr_tohand.aw**).

У № 21 створюється вихідна таблиця **out_tch.csv**, що містить такі поля:

- **US_ID** – ідентифікатор користувача (ключове поле);
- **CR_ALL** – кількість курсів викладача;
- **CR_G** – кількість активних курсів викладача;
- **US_SRT** – дата видачі сертифіката;
- **US_CAT** – категорія (кафедра) викладача;
- **US_NM** – прізвище, ім'я викладача;
- **US_CR** – список курсів викладача:

```

16 BEGIN{
17     tbl_new(indUS,dataUS,"US_ID#CR_ALL#CR_G#US_SRT#
US_CAT#US_NM#US_CR", "US_ID");

```

З файлу **tchcrla.csv** відтворюється таблиця (№ 21), у вихідну таблицю переписуються прізвище, ім'я викладача та список його курсів (№ 22–31).

```

21     tbl_read(indSRV,dataSRV,"US_ID","tchcrla.csv");
22     for(i=1; i<=indSRV["rec_total"]; i++){
23         s_key = indSRV[i];

```



```

24     tbl_get_rec(indSRV,dataSRV,s_key,tmp_a);
25     s1 = tmp_a[indSRV["US_NM"]];
26     s2 = tmp_a[indSRV["US_CR"]];
27     tbl_get_rec(indUS,dataUS,s_key,tmp_a);
28     tmp_a[indUS["US_NM"]] = s1;
29     tmp_a[indUS["US_CR"]] = s2;
30     tbl_put_rec(indUS,dataUS,s_key,tmp_a);
31 }

```

З файлу **man_certif/cert.csv** відтворюється таблиця (№ 35), до вихідної таблиці додається дата видачі сертифіката (№ 36–47). Якщо викладач, що отримав сертифікат, не визначений у вхідних таблицях, з таблиці сертифікатів обираються ім'я та прізвище.

```

35     tbl_read(indSRV,dataSRV,"USID",
"man_certif/cert.csv");

36     for(i=1; i<=indSRV["rec_total"]; i++){
37         srt_us_id = indSRV[i];
38         tbl_get_rec(indSRV,dataSRV,srt_us_id,tmp_srt);
39         s_cd = tmp_srt[indSRV["CERDT"]];
40         s_cd = substr(s_cd,1,10);
41         s_nm = tmp_srt[indSRV["TNM"]];
42         tbl_get_rec(indUS,dataUS,srt_us_id,tmp_us);
43         tmp_us[indUS["US_SRT"]] = s_cd;
44         if(tmp_us[indUS["US_NM"]] == "")
45             tmp_us[indUS["US_NM"]] = s_nm;
46         tbl_put_rec(indUS,dataUS,srt_us_id,tmp_us);
47     }

```

З файлу **man_kaf/tch_kaf.csv** відтворюється таблиця (№ 52), у вихідну таблицю додається категорія (кафедра) викладача (№ 53–63). Якщо викладач не визначений у вхідних таблицях, з таблиці категорій обираються ім'я та прізвище.

```
52  tbl_read(indSRV,dataSRV,"US_ID",
man_kaf/tch_kaf.csv");

53  for(i=1; i<=indSRV["rec_total"]; i++){
54      us_id = indSRV[i];
55      tbl_get_rec(indSRV,dataSRV,us_id,tmp_kaf);
56      us_cat = tmp_kaf[indSRV["US_CAT"]];
57      s_nm = tmp_srt[indSRV["US_NM"]];
58      tbl_get_rec(indUS,dataUS,us_id,tmp_us);
59      tmp_us[indUS["US_CAT"]] = us_cat;
60      if(tmp_us[indUS["US_NM"]] == "")
61          tmp_us[indUS["US_NM"]] = s_nm;
62      tbl_put_rec(indUS,dataUS,us_id,tmp_us);
63  }
```

З файлу **man_course/cr_info_fin.csv** відтворюється таблиця (№ 69), у вихідну таблицю додаються загальна кількість курсів і кількість активних курсів викладача (№ 70–88).

Інформація про те, активний курс чи ні, записана в поле **CR_TP**.

```
69  tbl_read(indSRV,dataSRV,"CR_ID",
"man_course/cr_info_fin.csv");

70  for(j=1; j<=indUS["rec_total"]; j++){
71      us_id = indUS[j];
72      tbl_get_rec(indUS,dataUS,us_id,tmp_us);
73      s_us_cr = tmp_us[indUS["US_CR"]];
74      n = split(s_us_cr,a_us_cr,"#");
75      cr_all = 0;
76      cr_g = 0;
```

```

77     for(k=1; k<=n; k++){
78         cr_all++;
79         split(a_us_cr[k],a1);
80         cr_id = a1[2];
81         tbl_get_rec(indSRV,dataSRV,cr_id,tmp_cr);
82         cr_tp = tmp_cr[indSRV["CR_TP"]];
83         if(cr_tp != 0) cr_g++;
84     }
85     tmp_us[indUS["CR_ALL"]] = cr_all;
86     tmp_us[indUS["CR_G"]] = cr_g;
87     tbl_put_rec(indUS,dataUS,us_id,tmp_us);
88 }

```

Вихідна таблиця відсортовується за кафедрою, останнім відвідуванням викладача (у порядку спадання) і його прізвищем (№ 90). Далі вихідна таблиця виводиться до файлу (№ 91).

```

90     tbl_sort(indUS,dataUS,"US_CAT#US_CR#US_NM",
"ASC#DESC#ASC");

91     tbl_print(indUS,dataUS,"out_tch.csv");

94 }

```

4.4.6. Категорії курсів

У програмному файлі **50_cat_info.aw** здійснюється підрахунок кількості курсів і викладачів для всіх кафедр і категорій більш високого рівня, Активні курси та працюючі викладачі позначаються окремо. Виводиться стартова сторінка звіту – файл **0.html**.

Формально не зовсім зрозуміло, яку категорію можна вважати кафедрою. Інформація, отримана з таблиць бази даних, не дає змоги відповісти на це питання однозначно. Ми будемо вважати, що категорія є кафедрою, *якщо її можна пов'язати з курсами*. В іншому разі категорія не є кафедрою, навіть якщо в її назві є слово «кафедра».

Ця програма відтворюється за допомогою командного файлу **50_cat_info.bat**.

```

1 gawk --re-interval -f 50_cat_info.awk > report.txt

```

У програмі використовується технологія формування звітів, докладний опис цієї технології подамо в [77].

Шаблон для формування вихідного файлу (0.__h) наведений нижче.

```
1  <!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01
Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">

2  <html>

3  <head>

4  <meta http-equiv="Content-Type"
content="text/html; charset=utf-8">

5  <title>Викладачі й курси ЦДО ХНАГХ</title>

6  </head>

7  <body>

8  <h2 align="center">Викладачі і курси ЦДО
ХНАГХ</h2>

9  <table width="100%" border="1" cellpadding="2"
cellspacing="2">

10   <tr>

11       <td rowspan="2" align="center" valign="top">
<strong>№ </strong></td>

12       <td rowspan="2" align="center" valign="top" >
<strong>Назва</strong></td>

13       <td colspan="2" align="center" valign="top" >
<strong>Викладачі</strong></td>

14       <td colspan="2" align="center" valign="top" >
<strong>Курси</strong></td>

15   </tr>

16   <tr>

17       <td align="center" valign="top" >
<strong>Усього</strong></td>

18       <td align="center" valign="top"
><strong>Працюючі</strong></td>
```

```

19      <td align="center" valign="top" >
<strong>Усього</strong></td>

20      <td align="center" valign="top" >
<strong>Активні</strong></td>

21  </tr>

22 <!##### end of part 0>

23  <tr>

24      <td align="center" valign="top" >==NN==</td>

25      <td align="left" valign="top" >==CAT_NM==</td>

26      <td align="right" valign="top" > ==TCH_ALL==
</td>

27      <td align="right" valign="top" >==TCH_G==</td>

28      <td align="right" valign="top"
>==CR_ALL==</td>

29      <td align="right" valign="top" >==CR_G==</td>

30  </tr>

31 <!##### end of part 1>

32 </table>

33 </body>

34 </html>

```

У № 1–13 до тексту програми залучаються всі необхідні функції (див. опис програм **10_tch_kaf_tohand._aw**, **20_cr_tch._aw**, **30_cr_tohand._aw** і **40_tch_info._aw**).

У № 15–17 додатково залучаються такі функції:

- кодування спеціальних символів **html**;
- відтворення шаблону звіту;
- відтворення масиву рядків.

```
15 #include HTML_spec.f
```

```
16 #include read_ptn.f
```

```
17 #include read_strings.f
```

У № 26 створюється тимчасова вихідна таблиця, що містить такі поля:

- **ID** – ідентифікатор категорії (ключове поле);
- **PARENT** – «батьківська» категорія;
- **NAME** – назва категорії;
- **PATH** – повний шлях від головної категорії до поточної, номери категорій відокремлюються символом «/». Наприклад, шлях «**3/4/10**» означає, що поточна категорія (10) має «батьківську» категорію 4, категорія 3 – «батьківська» для категорії 4;

- **DEPTH** – довжина шляху, у полі **PATH**;
- **ISKAF** – визначається, чи категорія стосується кафедри (1), чи вона є категорією більш високого рівня (0);
- **TCH_ALL** – усього викладачів у категорії;
- **TCH_G** – кількість працюючих викладачів;
- **CR_ALL** – усього курсів у категорії;
- **CR_G** – кількість активних курсів.

19 BEGIN{

20 gbl_tch_all = 0;

21 gbl_tch_g = 0;

22 gbl_cr_all = 0;

23 gbl_cr_g = 0;

26 tbl_new(indKAF,dataKAF,"ID#PARENT#NAME#PATH#
DEPTH#ISKAF#TCH_ALL#TCH_G#CR_ALL#CR_G","ID");

З файлу **baza/cr_cat.csv** відтворюється таблиця (№ 29), у вихідну таблицю переписується така інформація (№ 30–44):

- батьківська категорія;
- назва категорії;
- повний шлях від головної категорії до поточної;
- довжина шляху.

Інші поля таблиці заповнюються нулями.

29 tbl_read(indSRV,dataSRV,"ID","baza/cr_cat.csv");

30 for(i=1; i<=indSRV["rec_total"]; i++){

31 cat_id = indSRV[i];

32 tbl_get_rec(indKAF,dataKAF,cat_id,tmp_kaf);

33 tbl_get_rec(indSRV,dataSRV,cat_id,tmp_a);

34 tmp_kaf[indKAF["PARENT"]] =

```

tmp_a[indSRV["PARENT"]];

35     tmp_kaf[indKAF["NAME"]] =
tmp_a[indSRV["NAME"]];

36     tmp_kaf[indKAF["PATH"]] =
tmp_a[indSRV["PATH"]];

37     tmp_kaf[indKAF["DEPTH"]] =
tmp_a[indSRV["DEPTH"]];

38     tmp_kaf[indKAF["ISKAF"]] = 0;

39     tmp_kaf[indKAF["TCH_ALL"]] = 0;

40     tmp_kaf[indKAF["TCH_G"]] = 0;

41     tmp_kaf[indKAF["CR_ALL"]] = 0;

42     tmp_kaf[indKAF["CR_G"]] = 0;

43     tbl_put_rec(indKAF,dataKAF,cat_id,tmp_kaf);

44 }

```

З файлу **out_tch.csv** відтворюється таблиця (№ 47).

Для поточної категорії визначається загальна кількість викладачів і кількість працюючих викладачів (№ 50–57).

Загальна кількість викладачів і кількість працюючих викладачів підраховуються для вищого навчального закладу взагалі, далі ці величини визначаються для всіх «батьківських» категорій (№ 61–65).

```

47     tbl_read(indSRV,dataSRV,"US_ID","out_tch.csv");

49     for(i=1; i<=indSRV["rec_total"]; i++){

50         gbl_tch_all++;

51         us_id = indSRV[i];

52         tbl_get_rec(indSRV,dataSRV,us_id,tmp_a);

53         cat_id = tmp_a[indSRV["US_CAT"]];

54         cr_g    = tmp_a[indSRV["CR_G"]];

55         tch_g = 0;

56         if(cr_g > 0) tch_g = 1;

57         gbl_tch_g += tch_g;

```

```

58     tbl_get_rec(indKAF,dataKAF,cat_id,tmp_kaf);

59     np =
split(tmp_kaf[indKAF["PATH"]],a_path,"/");

60     for(j=2; j <=np; j++){

61         tbl_get_rec(indKAF,dataKAF,a_path[j],
tmp_kaf);

62         tmp_kaf[indKAF["TCH_G"]] += tch_g;

63         tmp_kaf[indKAF["TCH_ALL"]]+=;

64         tbl_put_rec(indKAF,dataKAF,a_path[j],
tmp_kaf);

65     }

66 }

```

У № 69 і № 72 таблиці з файлів відтворюються **man_course/cr.csv** і **man_course/cr_info_fin.csv**.

Для поточної категорії визначається загальна кількість курсів і кількість активних курсів (№ 75–86).

Загальна кількість курсів і кількість активних курсів підраховуються для вищого навчального закладу взагалі, далі ці величини визначаються для всіх «батьківських» категорій (№ 88–93).

```

69     tbl_read(indCR,dataCR,"ID","man_course/cr.csv");

72     tbl_read(indSRV,dataSRV,"CR_ID",
"man_course/cr_info_fin.csv");

74     for(i=1; i<=indCR["rec_total"]; i++){

75         gbl_cr_all++;

76         cr_id = indCR[i];

77         tbl_get_rec(indCR,dataCR,cr_id,tmp_cr);

78         cat_id = tmp_cr[indCR["CT ID"]];

79         tbl_get_rec(indSRV,dataSRV,cr_id,tmp_a);

80         cr_g = 0;

81         cr_tp = tmp_a[indSRV["CR_TP"]];

82         if(cr_tp > 0) cr_g = 1;

```



```

83     gbl_cr_g += cr_g;
84     tbl_get_rec(indKAF,dataKAF,cat_id,tmp_kaf);
85     tmp_kaf[indKAF["ISKAF"]] = 1;
86     tbl_put_rec(indKAF,dataKAF,cat_id,tmp_kaf);

87     np =
split(tmp_kaf[indKAF["PATH"]],a_path,"/");
88     for(j=2; j <=np; j++){

89         tbl_get_rec(indKAF,dataKAF,a_path[j],
tmp_kaf);

90         tmp_kaf[indKAF["CR_G"]] += cr_g;
91         tmp_kaf[indKAF["CR_ALL"]]+=;
92         tbl_put_rec(indKAF,dataKAF,a_path[j],
tmp_kaf);
93     }
94 }

```

У № 96–163 виводиться стартова сторінка звіту.

Вихідна таблиця відсортовується за полем **PATH** (№ 96).

У № 100 відтворюється список рядків з файлу. Визначаються такі рядки:

- **COURSE_URL** – постійна частина адреси курсу:
<http://cdo.kname.edu.ua/course/view.php?id=>

- **USER_URL** – постійна частина адреси користувача:
<http://cdo.kname.edu.ua/user/view.php?id=>

- **MSG_ALL_AK** – службове повідомлення: «Усього по Університету».

Далі відтворюється шаблон звіту **_site_ptn/0.__h** (№ 101) і виводиться частина звіту зі значенням **0**, що не містить змінної інформації.

```

96     tbl_sort(indKAF,dataKAF,"PATH","ASC");

98     npp = 1;

99     fn = "_html/0.html";

100     read_strings("__str.__",GB_STR);

101     read_ptn("_site_ptn/0.__h");

```

```
102     printf(ptn_cur[0]) > fn;
```

У № 104–116 виводиться інформація з вищого навчального закладу взагалі.

Заповнюються такі поля частини 1 шаблону (№ 104–115):

- "=="NN==" – номер категорії один за одним;
- "=="CAT_NM==" – назва категорії;
- "=="TCH_ALL==" – усього викладачів;
- "=="TCH_G==" – кількість працюючих викладачів;
- "=="CR_ALL==" – усього курсів;
- "=="CR_G==" – кількість активних курсів.

У № 116 виводиться частина 1 шаблону.

```
104     ptn_cur[1] = ptn_src[1];

105     cat_nm    = "<b>" GB_STR["MSG_ALL_AK"] "</b>";

106     tch_all   = gbl_tch_all;

107     tch_g     = gbl_tch_g;

108     cr_all    = gbl_cr_all;

109     cr_g      = gbl_cr_g;

110     gsub( /=="NN==/, npp, ptn_cur[1] );

111     gsub( /=="CAT_NM==/, cat_nm, ptn_cur[1] );

112     gsub( /=="TCH_ALL==/, tch_all, ptn_cur[1] );

113     gsub( /=="TCH_G==/, tch_g, ptn_cur[1] );

114     gsub( /=="CR_ALL==/, cr_all, ptn_cur[1] );

115     gsub( /=="CR_G==/, cr_g, ptn_cur[1] );

116     printf(ptn_cur[1]) > fn;
```

У № 104–116 виводиться інформація для кожної категорії.

Якщо категорія не є кафедрою, то інформація виводиться жирним шрифтом і посилання на інші **html-сторінки** не визначаються (№ 130–136).

В іншому разі (№ 137–145) інформація виводиться звичайним шрифтом, формуються посилання на список курсів кафедри та список викладачів кафедри.

```
119     for(i=1; i<=indKAF["rec_total"]; i++){

120         cat_id = indKAF[i];
```

```

121     if(cat_id == 0)continue;
122     tbl_get_rec(indKAF,dataKAF,cat_id,tmp_kaf);
123     tmp_kaf[indKAF["PARENT"]];
124     _cat_nm  = tmp_kaf[indKAF["NAME"]];
125     iskaf    = tmp_kaf[indKAF["ISKAF"]];
126     _tch_all = tmp_kaf[indKAF["TCH_ALL"]];
127     _tch_g   = tmp_kaf[indKAF["TCH_G"]];
128     _cr_all  = tmp_kaf[indKAF["CR_ALL"]];
129     _cr_g    = tmp_kaf[indKAF["CR_G"]];
130     if(iskaf == 0){
131         cat_nm  = "<b>" _cat_nm "</b>";
132         tch_all = "<b>" _tch_all "</b>";
133         tch_g   = "<b>" _tch_g "</b>";
134         cr_all  = "<b>" _cr_all "</b>";
135         cr_g    = "<b>" _cr_g "</b>";
136     }
137     else{
138         cat_nm = sprintf("<a
href=\"kc%4.4d.html\">%s</a>",cat_id,_cat_nm);
139         if(_tch_all != 0)
140             tch_all = sprintf("<a
href=\"kt%4.4d.html\">%s</a>", cat_id,_tch_all)
141         else tch_all = _tch_all;
142         tch_g   = _tch_g;
143         cr_all  = sprintf("<a
href=\"kc%4.4d.html\">%s</a>",cat_id,_cr_all);
144         cr_g    = _cr_g;
145     }

```

Заповнюються поля частини 1 шаблону (№ 146–154) і ця частина шаблону виводиться (№ 155).

```
146      dp = tmp_kaf[indKAF["DEPTH"]]
147      for(j=1; j<dp; j++) cat_nm = " ____ " cat_nm;
148      ptn_cur[1] = ptn_src[1];
149      gsub(/==NN==/,npp++,ptn_cur[1]);
150      gsub(/==CAT_NM==/,cat_nm,ptn_cur[1]);
151      gsub(/==TCH_ALL==/,tch_all,ptn_cur[1]);
152      gsub(/==TCH_G==/,tch_g,ptn_cur[1]);
153      gsub(/==CR_ALL==/,cr_all,ptn_cur[1]);
154      gsub(/==CR_G==/,cr_g,ptn_cur[1]);
155      printf(ptn_cur[1]) > fn;
156  }
158      printf(ptn_cur[2]) > fn;
163 }
```

4.4.7 Виведення інформації про викладача

У програмному файлі out_tch.aw здійснюється виведення всіх курсів кожного викладача. Тло для позначення неактивних курсів має бути сірого кольору. Ім'я сторінки звіту – tXXXXXX.html (XXXXXX – ідентифікатор користувача).

Ця програма відтворюється за допомогою командного файлу out_tch.bat.

```
1 gawk --re-interval -f out_tch.awk > report.txt
```

Шаблон для формування вихідного файлу (tch_1.__h) наведений нижче.

```
1 <!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01
Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">

2 <html>

3 <head>

4 <meta http-equiv="Content-Type"
content="text/html; charset=utf-8">
```

```

5  <title>==US_NM==</title>
6  </head>
7  <body>
8  <a href="0.html">Стартова сторінка</a> -i->
9  <a href="==KAF_AD==">==KAF_NM==</a>
10 <h1 align="center"><a href="==US_AD=="
target="_blank">==US_NM==</a></h1>
11 <p align="center"><strong>Дата видачі сертифіката:
==CRT_DT==</strong></p>
12 <table width="100%" border="1" cellpadding="2"
cellspacing="2">
13   <tr>
14     <th scope="col">№ </th>
15     <th scope="col">Назва</th>
16     <th scope="col">Посл.<br>вхід<br>преп.<br>
</th>
17     <th scope="col">В<br>студ.</th>
18     <th scope="col">Актив-<br>ність</th>
19   </tr>
20 <!##### end of part 0>
21   <tr>
22     <td align="center" valign="top" bgcolor=
"==COL==">==NN==</td>
23     <td align="left" valign="top" bgcolor=
"==COL=="><a href="==CR_AD==" target="_blank">
==CR_NM==</a></td>
24     <td align="center" valign="top" bgcolor=
"==COL==">==TCH_LA==</td>
25     <td align="right" valign="top" bgcolor=
"==COL==">==ST_NUM==</td>

```

```

26      <td align="right" valign="top" bgcolor=
"==COL==">==ACTIV==</td>

27    </tr>

28 <!##### end of part 1>

29 </table>

30 </body>

31 </html>

```

У № 1–17 до тексту програми залучаються всі необхідні функції (див. опис програми **50_cat_info.aw**).

У № 20 з файлу **_site_ptn/tch_1.__h** відтворюється шаблон звіту.

У № 26 з файлу **out_tch.csv** відтворюється таблиця, що містить такі поля:

- **US_ID** – ідентифікатор користувача (ключове поле);
- **CR_ALL** – кількість курсів викладача;
- **CR_G** – кількість активних курсів викладача;
- **US_SRT** – дата видачі сертифіката;
- **US_CAT** – категорія (кафедра) викладача;
- **US_NM** – прізвище та ім'я викладача;
- **US_CR** – список курсів викладача.

У № 29 з файлу **man_course/cr_info_fin.csv** відтворюється таблиця, що містить такі поля:

- **CR_TP** – тип курсу (активний чи ні);
- **CR_ID** – ідентифікатор курсу (ключове поле);
- **CR_LA** – останнє відвідування викладачем курсу;
- **CR_US** – кількість користувачів курсу;
- **CR_ACT** – активність на курсі;
- **CR_NM** – назва курсу;
- **CR_AD** – адреса курсу в системі **Moodle (URL)**.

У № 32 з файлу **man_kaf/tch_kaf.csv** відтворюється таблиця, що містить такі поля:

• **KEY** – ідентифікатор користувача й ідентифікатор категорії, розділені значком підкреслення;

- **US_ID** – ідентифікатор користувача (ключове поле);
- **US_NM** – прізвище та ім'я користувача;
- **US_CAT** – категорія користувача;
- **CAT_NM** – назва категорії.

```
19 BEGIN{
```

```

20  read_strings("__str.___",GB_STR);
23  read_ptn("_site_ptn/tch_1.__h");
26  tbl_read(indUS,dataUS,"US_ID","out_tch.csv");
29  tbl_read(indCR,dataCR,"CR_ID",
"man_course/cr_info_fin.csv");
32  tbl_read(indKAF,dataKAF,"US_ID",
"man_kaf/tch_kaf.csv");

```

У № 44 формується ім'я вихідного файлу.

```

42  for(i=1; i<=indUS["rec_total"]; i++){
43      us_id = indUS[i];
44      fn = sprintf("_html/t%5.5d.html",us_id);

```

У № 46–49 з таблиці **out_tch.csv** відтворюється список курсів, прізвище та ім'я викладача, дата видачі сертифіката.

```

46  tbl_get_rec(indUS,dataUS,us_id,tmp_us);
47  us_cr  = tmp_us[indUS["US_CR"]];
48  us_nm  = tmp_us[indUS["US_NM"]];
49  us_srt = tmp_us[indUS["US_SRT"]];

```

У № 51–53 з таблиці **man_kaf/tch_kaf.csv** відтворюється категорія користувача й назва категорії.

У № 54 формується адреса списку викладачів кафедри.

```

51  tbl_get_rec(indKAF,dataKAF,us_id,tmp_kaf);
52  cat_us = tmp_kaf[indKAF["US_CAT"]];
53  cat_nm = tmp_kaf[indKAF["CAT_NM"]];
54  cat_ad = sprintf("kt%4.4d.html",cat_us);

```

У № 56–62 виводиться інформація про викладача.

Заповнюються такі поля частини шаблону зі значенням 0:

- "=="KAF_AD==" – адреса списку викладачів кафедри;
- "=="KAF_NM==" – назва кафедри;
- "=="US_NM==" – прізвище та ім'я користувача;
- "=="US_AD==" – адреса користувача в системі **Moodle**;
- "=="CRT_DT==" – дата видачі сертифіката.

Потім частина шаблону зі значенням 0 виводиться (№ 62).

```
56     ptn_cur[0] = ptn_src[0];
57     gsub(/==KAF_AD==/,cat_ad,ptn_cur[0]);
58     gsub(/==KAF_NM==/,cat_nm,ptn_cur[0]);
59     gsub(/==US_NM==/,us_nm,ptn_cur[0]);
60     gsub(/==US_AD==/,GB_STR["USER_URL"] us_id,
ptn_cur[0]);
61     gsub(/==CRT_DT==/,us_srt,ptn_cur[0]);
62     printf(ptn_cur[0]) > fn;
```

Визначається список курсів викладача (№ 64), для кожного курсу відокремлюється його ідентифікатор (№ 67) і останнє відвідування викладача (№ 68).

У № 69–73 для кожного курсу викладача з таблиці **man_course/cr_info_fin.csv** відтворюються значення активності на курсі, кількість користувачів курсу, назва курсу та тип цього курсу (активний чи ні).

У № 74–75 визначається колір тла виведеного рядка. Якщо курс активний, то колір тла – білий (#FFFFFF), в іншому разі – сірий (#CCCCCC).

```
64     n = split(us_cr,a_cr,"#");
65     for(j=1; j<=n; j++){
66         split(a_cr[j],a_cr_la);
67         cr_id = a_cr_la[2];
68         la = a_cr_la[1];
69         tbl_get_rec(indCR,dataCR,cr_id,tmp_cr);
70         cr_act = tmp_cr[indCR["CR_ACT"]];
71         cr_us  = tmp_cr[indCR["CR_US"]];
72         cr_nm  = tmp_cr[indCR["CR_NM"]];
73         cr_tp  = tmp_cr[indCR["CR_TP"]];
74         col = "#FFFFFF";
75         if(cr_tp == 0) col = "#CCCCCC";
```


У № 77–85 виводиться інформація про курс.

Заповнюються такі поля частини 1 шаблону:

- "=="NN==" – номер курсу в списку;
- "=="CR_NM==" – назва курсу;
- "=="CR_AD==" – адреса курсу в системі **Moodle**;
- "=="TCH_LA==" – останнє відвідування викладача;
- "=="ST_NUM==" – кількість студентів;
- "=="ACTIV==" – активність на курсі;
- "=="COL==" – кольори тла.

Потім частина 1 шаблону виводиться (№ 88).

```
77      ptn_cur[1] = ptn_src[1];
78      gsub(/==NN==/,j,ptn_cur[1]);
79      gsub(/==CR_NM==/,cr_nm,ptn_cur[1]);
80      gsub(/==CR_AD==/,GB_STR["COURSE_URL"] cr_id,
ptn_cur[1]);
81      gsub(/==TCH_LA==/,la,ptn_cur[1]);
82      gsub(/==ST_NUM==/,cr_us,ptn_cur[1]);
83      gsub(/==ACTIV==/,cr_act,ptn_cur[1]);
84      gsub(/==COL==/,col,ptn_cur[1]);
85      printf(ptn_cur[1]) > fn;
87  }
88      printf(ptn_cur[2]) > fn;
89  }
90 }
```

4.4.8 Виведення списку викладачів кафедри

У програмному файлі **out_tch_kaf.aw** здійснюється виведення списку викладачів кафедри. Тло для позначення непрацюючих викладачів має бути сірого кольору. Ім'я сторінки звіту **ktXXXX.html** (XXXX – ідентифікатор кафедри).

Ця програма відтворюється за допомогою командного файлу **out_tch_kaf.bat**.

```
1      gawk --re-interval -f out_tch_kaf.awk >
report.txt
```

Шаблон для формування вихідного файлу (tch_kaf.__h) наведений нижче.

```
1  <!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01
Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">

2  <html>

3  <head>

4  <meta http-equiv="Content-Type"
content="text/html; charset=utf-8">

5  <title>==KAF_NM==</title>

6  </head>

7  <body>

8  <a href="0.html">Стартова сторінка</a>

9  <h2 align="center">Список викладачів</h2>

10 <h1 align="center">==KAF_NM==</h1>

11 <table width="100%" border="1" cellpadding="2"
cellspacing="2">

12   <tr>

13     <th scope="col">№ </th>

14     <th scope="col">ФІО<br>викладача</th>

15     <th scope="col">Дата<br>сертиф.</th>

16     <th scope="col">Посл.<br>вхід<br>преп.<br>
</th>

17     <th scope="col">В<br>курсів</th>

18     <th scope="col">З них<br>актив</th>

19   </tr>

20 <!##### end of part 0>

21   <tr>

22     <td align="center" valign="top" bgcolor=
"==COL==">==NN==</td>
```

```

23      <td align="left" valign="top" bgcolor=
"==COL=="><a href=="TCH_AD==">TCH_NM==</a></td>

24      <td align="center" valign="top" bgcolor=
"==COL==">TCH_CER==</td>

25      <td align="center" valign="top" bgcolor=
"==COL==">TCH_LA==</td>

26      <td align="right" valign="top" bgcolor=
"==COL==">CR_NUM==</td>

27      <td align="right" valign="top" bgcolor=
"==COL==">CR_ACT==</td>

28  </tr>

29 <!##### end of part 1>

30 </table>

31 </body>

32 </html>

```

У № 1–17 до тексту програми залучаються всі необхідні функції (див. опис програм **50_cat_info._aw** і **out_tch._aw**).

У № 23 з файлу **_site_ptn/tch_kaf.__h** відтворюється шаблон звіту.

У № 26 з файлу **out_tch.csv** відтворюється таблиця, що містить такі поля:

- **US_ID** – ідентифікатор користувача (ключове поле);
- **CR_ALL** – кількість курсів викладача;
- **CR_G** – кількість активних курсів викладача;
- **US_SRT** – дата видачі сертифіката;
- **US_CAT** – категорія (кафедра) викладача;
- **US_NM** – прізвище та ім'я викладача;
- **US_CR** – список курсів викладача.

Таблиця відсортовується за категорією, прізвищем викладача та його останнім відвідуванням (№ 27).

У № 30 з файлу **man_kaf/tch_kaf.csv** відтворюється таблиця, що містить такі поля:

- **KEY** – ідентифікатор користувача та ідентифікатор категорії, відокремлені значком підкреслення;
- **US_ID** – ідентифікатор користувача (ключове поле);
- **US_NM** – прізвище та ім'я користувача;
- **US_CAT** – категорія користувача;

- **CAT_NM** – назва категорії.

```

19 BEGIN{
20     read_strings("__str.___",GB_STR);
23     read_ptn("_site_ptn/tch_kaf.__h");
26     tbl_read(indUS,dataUS,"US_ID","out_tch.csv");
27     tbl_sort(indUS,dataUS,"US_CAT#US_NM#US_CR",
"0#0#DESC");
30     tbl_read(indKAF,dataKAF,"US_ID",
"man_kaf/tch_kaf.csv");

```

У № 41–54 виводиться заголовок звіту для кожної категорії. Заповнюється поле "=="**KAF_NM**==" (назва кафедри) частини шаблону зі значенням 0, далі ця частина шаблону виводиться.

```

38     fn = "";
39     nu = 0;
40     for(i=1; i<=indUS["rec_total"]; i++){
41         us_id = indUS[i];
42         tbl_get_rec(indUS,dataUS,us_id,tmp_us);
43         us_cat = tmp_us[indUS["US_CAT"]];
44         fn1 = sprintf("_html/kt%4.4d.html",us_cat);
45         if(fn != fn1){
46             if(fn != "") printf(ptn_cur[2]) > fn;
47             fn = fn1;
48             tbl_get_rec(indKAF,dataKAF,us_id,tmp_kaf);
49             kaf_nm = tmp_kaf[indKAF["CAT_NM"]];
50             ptn_cur[0] = ptn_src[0];
51             gsub(/==KAF_NM==/,kaf_nm,ptn_cur[0]);
52             printf(ptn_cur[0]) > fn;
53             nu = 0;
54         }

```

У № 56–62 з таблиці **out_tch.csv** обирається така інформація: прізвище та ім'я викладача, дата видачі сертифіката, загальна кількість курсів, кількість працюючих курсів.

Якщо у викладача немає активних курсів, то він вважається «непрацюючим», тло для інформації про нього – сірого кольору (№ 63–64).

```
56      tch_nm    = tmp_us[indUS["US_NM"]];
57      tch_ad    = sprintf("t%5.5d.html",us_id);
58      tch_srt   = tmp_us[indUS["US_SRT"]];
59      tch_la    = substr(tmp_us[indUS["US_CR"]],
1,10);
60      cr_num    = tmp_us[indUS["CR_ALL"]];
61      cr_act    = tmp_us[indUS["CR_G"]];
63      col = "#FFFFFF";
64      if(cr_act == 0) col = "#CCCCCC";
65
```

У № 66–75 виводиться інформація про викладача.

Заповнюються такі поля частини **1** шаблону:

- "=="NN==" – номер за порядком;
- "=="TCH_NM==" – прізвище та ім'я викладача;
- "=="TCH_AD==" – адреса викладача в системі **Moodle**;
- "=="TCH_CER==" – дата видачі сертифіката;
- "=="TCH_LA==" – останнє відвідування викладачем системи;
- "=="CR_NUM==" – кількість курсів;
- "=="CR_ACT==" – кількість активних курсів;
- "=="COL==" – кольори тла.

Далі частина **1** шаблону виводиться.

```
66      ptn_cur[1] = ptn_src[1];
67      gsub(/==NN==/, ++nu, ptn_cur[1]);
68      gsub(/==TCH_NM==/, tch_nm, ptn_cur[1]);
69      gsub(/==TCH_AD==/, tch_ad, ptn_cur[1]);
70      gsub(/==TCH_CER==/, tch_srt, ptn_cur[1]);
71      gsub(/==TCH_LA==/, tch_la, ptn_cur[1]);
72      gsub(/==CR_NUM==/, cr_num, ptn_cur[1]);
```

```

73      gsub(/==CR_ACT==/,cr_act,ptn_cur[1]);
74      gsub(/==COL==/,col,ptn_cur[1]);
75      printf(ptn_cur[1]) > fn;
77  }
78  printf(ptn_cur[2]) > fn;
80 }

```

4.4.9 Виведення списку курсів кафедри

У програмному файлі **out_crs_kaf.aw** здійснюється виведення списку курсів кафедри. Тло для неактивних курсів – сірого кольору. Ім'я сторінки звіту – **kcXXXX.html** (XXXX – ідентифікатор кафедри).

Ця програма відтворюється за допомогою командного файлу **out_crs_kaf.bat**.

```

1  gawk --re-interval -f out_crs_kaf.awk >
report.txt

```

Шаблон для формування вихідного файлу (**crs_kaf.__h**) наведений нижче.

```

1  <!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01
Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">

2  <html>

3  <head>

4  <meta http-equiv="Content-Type"
content="text/html; charset=utf-8">

5  <title>==KAF_NM==</title>

6  </head>

7  <body>

8  <a href="0.html">Стартова сторінка</a>

9  <h2 align="center">Список курсів</h2>

10 <h1 align="center">==KAF_NM==</h1>

11 <table width="100%" border="1" cellspacing="2"
cellpadding="2">

12 <tr>

```

```

13      <th scope="col">№ </th>
14      <th scope="col">Назва</th>
15      <th
scope="col">Посл.<br>вхід<br>преп.<br></th>
16      <th scope="col">В<br>студ.</th>
17      <th scope="col">Актив-<br>ність</th>
18  </tr>
19 <!##### end of part 0>
20  <tr>
21      <td align="center" valign="top" bgcolor=
"==COL==">==NN==</td>
22      <td align="left" valign="top" bgcolor=
"==COL=="><a href=="CR_AD==" target="_blank">
==CR_NM==</a></td>
23      <td align="center" valign="top" bgcolor=
"==COL==">==TCH_LA==</td>
24      <td align="right" valign="top" bgcolor=
"==COL==">==ST_NUM==</td>
25      <td align="right" valign="top" bgcolor=
"==COL==">==ACTIV==</td>
26  </tr>
27 <!##### end of part 1>
28 </table>
29 </body>
30 </html>

```

У № 1–17 до тексту програми залучаються всі необхідні функції (див. опис програм **50_cat_info._aw**, **out_tch._aw** і **out_tch_kaf._aw**).

У № 23 з файлу **_site_ptn/crs_kaf.__h** відтворюється шаблон звіту.

У № 26 з файлу **man_course/cr.csv** відтворюється таблиця, що містить такі поля:

- **ID** – ідентифікатор курсу (ключове поле);
- **VS** – оприявленість курсу;

- **CT ID** – категорія курсу;
- **FNM** – повне ім'я;
- **SNM** – коротке ім'я.

Таблиця відсортовується за категорією та прізвищем користувача.

У № 30 з файлу **man_course/cr_info_fin.csv** відтворюється таблиця, що містить такі поля:

- **CR_TP** – тип курсу (активний чи ні);
- **CR_ID** – ідентифікатор курсу (ключове поле);
- **CR_LA** – останнє відвідування викладачем курсу;
- **CR_US** – кількість користувачів курсу;
- **CR_ACT** – активність на курсі;
- **CR_NM** – назва курсу;
- **CR_AD** – адреса курсу в системі **Moodle (URL)**.

У № 33 з файлу **baza/cr_cat.csv** відтворюється таблиця (категорії курсів), що містить такі поля:

- **ID** – ідентифікатор категорії;
- **PARENT** – «батьківська» категорія;
- **NAME** – назва категорії;
- **DEPTH** – довжина шляху, у полі **path**;
- **PATH** – повний шлях від головної категорії до поточної;
- **NUM CR** – кількість курсів у категорії.

19 BEGIN{

20 read_strings("__str.___",GB_STR);

23 read_ptn("_site_ptn/crs_kaf.__h");

26 tbl_read(indCR,dataCR,"ID","man_course/cr.csv");

27 tbl_sort(indCR,dataCR,"CT ID#FNM","ASC#ASC");

30 tbl_read(indINF,dataINF,"CR_ID",
"man_course/cr_info_fin.csv");

33| tbl_read(indCAT,dataCAT,"ID","baza/cr_cat.csv");

У № 43–57 виводиться заголовок звіту для кожної категорії. Заповнюється поле "=="**KAF_NM**==" (назва кафедри) частини шаблону зі значенням 0, далі ця частина шаблону виводиться.

40 fn = "";

41 npp = 0;

42 for(i=1; i<=indCR["rec_total"]; i++){

43 cr_id = indCR[i];


```

44     tbl_get_rec(indCR,dataCR,cr_id,tmp_cr);
45     cr_cat = tmp_cr[indCR["CT ID"]];
46     fn1 = sprintf("_html/kc%4.4d.html",cr_cat);
47     if(fn != fn1){
48         if(fn != "") printf(ptn_cur[2]) > fn;
49         fn = fn1;
50         tbl_get_rec(indCAT,dataCAT,cr_cat,tmp_kaf);
51         kaf_nm = tmp_kaf[indCAT["NAME"]];
52         ptn_cur[0] = ptn_src[0];
53         gsub(/==KAF_NM==/,kaf_nm,ptn_cur[0]);
54         printf(ptn_cur[0]) > fn;
55         npp = 0;
56     }
57

```

У № 58–64 з таблиці **man_course/cr_info_fin.csv** обирається така інформація: назва курсу, останнє відвідування викладачем курсу, кількість користувачів курсу, активність на курсі, тип курсу (активний чи ні), адреса курсу в системі **Moodle**.

Якщо курс не є активним, тло для інформації про нього – сірого кольору (№ 66–67).

```

58     tbl_get_rec(indINF,dataINF,cr_id,tmp_inf);
59     cr_nm = tmp_cr[indCR["FNM"]];
60     tch_la = tmp_inf[indINF["CR_LA"]];
61     st_num = tmp_inf[indINF["CR_US"]];
62     activ = tmp_inf[indINF["CR_ACT"]];
63     cr_tp = tmp_inf[indINF["CR_TP"]];
64     cr_ad = GB_STR["COURSE_URL"] cr_id;
65     col = "#FFFFFF";
66     if(cr_tp == 0) col = "#CCCCCC";
67
68

```

У № 69–78 виводиться інформація про курс.

Заповнюються такі поля частини **1** шаблону:

- "=="NN==" – номер за порядком;
- "=="CR_AD==" – адреса курсу в системі **Moodle**;
- "=="CR_NM==" – назва курсу;
- "=="TCH_LA==" – останнє відвідування викладачем курсу;
- "=="ST_NUM==" – кількість користувачів;
- "=="ACTIV==" – активність на курсі;
- "=="COL==" – кольори тла.

Далі частина **1** шаблону виводиться.

```
69      ptn_cur[1] = ptn_src[1];
70      gsub(/=="NN==/, ++npp, ptn_cur[1]);
71      gsub(/=="CR_AD==/, cr_ad, ptn_cur[1]);
72      gsub(/=="CR_NM==/, cr_nm, ptn_cur[1]);
73      gsub(/=="TCH_LA==/, tch_la, ptn_cur[1]);
74      gsub(/=="ST_NUM==/, st_num, ptn_cur[1]);
75      gsub(/=="ACTIV==/, activ, ptn_cur[1]);
76      gsub(/=="COL==/, col, ptn_cur[1]);
77      printf(ptn_cur[1]) > fn;
78  }
80  printf(ptn_cur[2]) > fn;
82 }
```

Отже, у цьому розділі подано алгоритм отримання статистичної інформації про курси і викладачів в системі **Moodle**. Докладно описані всі необхідні запити до бази даних, програми обробки інформації й шаблони звітів.

Слід зазначити, що в монографії подано першу версію програмного продукту, що швидше за все буде змінюватися, тому головну увагу приділено логіці роботи всіх програм. Вивчивши її, можна розвивати систему в потрібному напрямку.

ВИСНОВКИ

Розглянуті в монографії інформаційні технології мають прикладний характер та використовуються вже протягом декількох років, і не тільки на території України. Отже, підводячи підсумки, автори вирішили надати деякі практичні рекомендації, зокрема щодо створення і використання дистанційних курсів.

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова використовує LMS Moodle, як платформу дистанційного навчання, з 2006 року. За цей період створено і використано в навчальному процесі велику кількість курсів, накопичено великий практичний досвід.

Підготовка фахівців за дистанційною формою навчання – один із резервів вищої освіти. На сьогодні різний рівень підготовленості вищих навчальних закладів до надання таких освітніх послуг значно різниться. З одного боку, вищий навчальний заклад має бути «технічно готовий» до такої роботи, а з іншого, – викладачі повинні володіти прийомами роботи зі створення і ведення дистанційних курсів.

Серед методичних матеріалів з дистанційного навчання цей курс за об'ємом та за ступенем відображення навчального матеріалу посідає проміжне місце щодо курсового опису й електронного підручника. Дистанційний курс – це аналог навчально-методичного посібника для студентів, що навчаються за традиційною заочною та екстернатною формами [157]. За іншою аналогією, дистанційний курс можна назвати путівником з навчальної дисципліни з усіма притаманними йому атрибутами.

Інакше кажучи, дистанційний курс – це докладна покрокова інструкція з освоєння курсу, яка передбачає досягнення цілей, сформульованих у цьому курсі.

Процес розроблення курсу можна розділити на дві частини: розроблення методичного наповнення та дизайн курсу. До того ж термін «дизайн» вживається в цьому випадку у двох значеннях.

З одного боку, це методичний дизайн: структурування текстів, логічне вибудовування їхніх частин, проектування структури поняттєво-категорійного апарата й інструментальної частини курсу – контролю, обговорення, оцінних критеріїв тощо. В методичному дизайні важливо формувати гіпертекстову структуру курсу, тобто систему посилань і переходів між поняттями, змістовими й інструментальними блоками.

З іншого боку, дизайн – це «убудовування» текстів, написаних викладачем і опрацьованих методистом, у стандартну веб-структуру, формування системи переходів і посилань, розроблення й реалізація колірної рішення, підбір ілюстрацій, розроблення специфічних способів візуалізації тощо.

Отже, дистанційний курс – це особливим чином сконструйований веб-сайт, що становить собою низку сторінок-розділів.

Головна сторінка курсу містить інформацію про процес навчання та гіперпосилання на ресурси й активні елементи курсу.

Методичний блок – найбільш змістова частина курсу, саме те методичне наповнення, якому ми й приділимо далі основну увагу.

Учасники. Це студенти, які вивчають курс у поточному семестрі. Щодо них подано об'єктивну інформацію, розроблено елементи самопрезентації. Це не база даних факультету (тобто не особиста справа), а, скоріше, груповий журнал, у якому подано звіти про діяльність студента в курсі.

Наведемо короткий опис етапів створення дистанційного курсу.

Проектування дистанційного курсу

Проектування змісту. Зміст навчання – це особливим чином сконструйована, адаптована та логічно вибудована інформаційна модель навколишньої дійсності або освоюваної діяльності. Проектування змісту передбачає побудову такої моделі: визначається необхідний обсяг, структура й послідовність вивчення навчального матеріалу, а також обирається оптимальна форма його подання.

На відміну від очного навчання, під час використання дистанційних технологій необхідно застосовувати формалізований підхід до побудови навчального плану та системи досліджуваних курсів. Це пов'язано з більш чіткими вимогами до розглянутих курсів, системи оцінювання їхнього засвоєння, асинхронності навчального процесу та особливостей взаємодії викладача та студентів.

Навчання з використанням будь-якої технології, хай і найпопулярнішої на сьогодні пояснювально-ілюстративної або мультимедійно-дистанційної, передбачає, що викладач і студент певним чином взаємодіють, щоб досягнути визначеної мети.

У дистанційному навчанні, у зв'язку з відмінними якостями студентів і їхньої мотиваційної системи, головним критерієм оцінювання ступеня засвоєння курсу не є спроможність студента відтворити лекційний матеріал або текст підручника. У ДО головне – довести, як отримані знання можуть бути реалізовані на практиці.

У зв'язку з цим курси розробляються таким чином, щоб студент не стільки запам'ятав і відтворив інформацію, скільки пов'язав її з реальними життєвими і/або професійними ситуаціями. У ДО визначальним є не традиційний семестровий іспит, а комбінація видів навчальної діяльності прикладного змісту, що спонукає студента не завчати тексти, а творчо та активно освоювати інформацію. Загалом вивчення дистанційного курсу є інтенсивною й постійною комбінованою роботою над пропонованими текстами, він передбачає вирішення завдань, виконання письмових робіт, участь у дискусіях, а також проходження низки контрольних іспитів.

Обсяг курсу і тем. Обсяг навчального матеріалу дистанційного курсу заданий, з одного боку, держстандартом – через висвітлення системи освоюваних дидактичних одиниць і загальну трудомісткість курсу, з іншого боку, – навчальним планом ДО, що регламентує кількість тем і методико-технологічну структуру курсу.

Ще один важливий аспект пов'язаний із чітким поділом різновидів посібників у ДО. Як уже було зазначено, дистанційний курс не є підручником. Він розподіляється на теми, що містять як змістову частину, так і методичну. Змістова частина – це дистанційна лекція, що становить собою не тільки текст, який підлягає засвоєнню, а є й своєрідним орієнтиром, що пропонує студентові структуру освоюваного матеріалу, ієрархію категорій і понять, проблемні питання з теми та пояснює, на що звернути особливу увагу, яким способом краще засвоїти матеріал тощо. За аналогією: якщо в підручнику або курсі лекцій відбито весь необхідний матеріал, то в дистанційному курсі – тільки тези або конспект лекцій.

Отже, обсяг кожної теми (або її текстової частини) становить 4–5 стандартних сторінок, а обсяг текстової частини всього курсу – 50–100. Цього показника слід дотримуватися постійно, оскільки дистанційний курс – це те, що студент побачить на моніторі, а читання великих текстів з монітора стомлює.

Структурування навчального матеріалу. Фрагментарність і психологічні особливості контактів викладача та студента в ДО передбачають необхідність застосування іншого підходу до структурування навчального матеріалу.

У традиційному навчальному процесі обсяги та структура курсів визначаються навчальними та тематичними планами, а також навчальними програмами. У них докладно висвітлено матеріал (у програмі), зображено структуру та логіку вивчення курсу. Зазвичай подається також розподіл навчального часу за різними формами занять (лекції, семінари тощо).

У дистанційному ж навчанні традиційна методико-технологічна структура курсу набуває іншого вигляду. У ДО основною змістовно-організаційною одиницею є тема. Якщо в традиційних формах організації навчання тема передбачена в змісті, то в ДО це і фрагмент змісту курсу, і аналог заняття. До того ж таке заняття поєднує декілька видів навчальної діяльності.

Отже, навчальним планом ДО регламентується не кількість аудиторних годин, а кількість тем.

Аналіз описів курсів у держстандартах з погляду вимог щодо кількості освоєваних дидактичних одиниць, порівняно з плановою трудомісткістю та з урахуванням досвіду планування систем дистанційного навчання за кордоном засвідчив, що оптимальне співвідношення кількості тем і загального обсягу курсу (трудомісткості в годинах) – у середньому 1 до 10. Іншими словами, якщо курс має загальний обсяг 150 годин, то обсяг його дистанційної форми буде становити 15 тем. Цей коефіцієнт – усереднений, щодо конкретного курсу можуть бути варіанти, обумовлені специфікою змісту (гуманітарний або природничий), місцем у системі підготовки (загальноосвітній або спеціальний), рівнем абстракції змісту (феноменологічний або аксіоматичний). Крім того, має значення вимога стандартизації. Простіше кажучи, для зручності самих студентів і викладачів кількість тем у курсах узгоджується з передбаченою.

Кожна тема повинна бути логічно завершеною. Навіть якщо якийсь матеріал неможливо розмістити в одній темі, розділяти його потрібно так, щоб підтеми були логічно обґрунтовані, і їм можна було б дати назву.

Кожна тема повинна містити приблизно однакову кількість нових дидактичних одиниць. Цим забезпечується рівномірність навантаження студента протягом навчального періоду.

Широко відомі та використовуються в педагогічній практиці методи логічного структурування навчального матеріалу, що дають змогу уявити як всю сукупність дидактичних одиниць, так і їхній взаємозв'язок та ієрархію. Один з них – метод графів, він дає змогу відтворити ієрархічні зв'язки дидактичних одиниць у темі. Інший метод – опорно-логічні схеми. За допомогою цих схем структуру матеріалу можна подати образно символічно й у вигляді тексту. Крім того, це дієвий інструмент для проектування змісту та ефективний засіб візуалізації матеріалу.

Теми можуть об'єднуватися в модулі (розділи). Але таких модулів, з огляду на технологічні особливості ДО, може бути декілька: поточні й

підсумкові контрольні роботи, дискусії, письмові роботи тощо. Їх має бути не більше ніж 3–8, залежно від категорії курсу.

Під час проектування змісту дистанційного курсу обов'язковими є категорії, які, без перебільшення, докорінно вплинули на подання інформації, зміст текстів, їхнє структурування та побудову. Це такі поняття, як «фрейм» і «гіпертекст».

Фрейми. Концепцію фреймів розробив один із засновників теорії штучного інтелекту Marvin Lee Minsky. За цією концепцією: фрейм – це мінімальний опис явища, факту, об'єкта. У разі видалення з нього якої-небудь складової частини це явище, факт або об'єкт не визначаються (не класифікуються), тобто ця характеристика втрачає значення. Автор вважав, що розумові процеси ґрунтуються на різноманітних структурах, які зберігаються в пам'яті людей як фрейми. За їх допомогою людина сприймає зорові образи (візуальні фрейми), усвідомлює слова (семантичні фрейми), міркування та дії (фрейми – сценарії або поведінкові моделі). Щось подібне відбувається й у пам'яті комп'ютера: принцип дії систем керування базами даних і експертних систем ґрунтується на концепції фреймів.

Щодо тексту дистанційного курсу, то він саме і є сукупністю фреймоподібних дидактичних одиниць. Можна зауважити, що фрейм – це неподільна щодо змісту частина дидактичної одиниці, а дидактична одиниця – це декілька (від 1-го до 5–9) фреймів. У самому тексті курсу подається мінімальний опис досліджуваного об'єкта, явища або факту, без пояснень, коментарів, прикладів тощо. Усе це дає змогу студентові більш повно та глибоко засвоїти матеріал, використовуючи ці пояснення. Технологія ж дистанційного навчання будується таким чином, щоб спонукати самого студента до більш активного засвоєння та пошуку необхідної інформації. Для людини, що володіє матеріалом хоч у якійсь мірі, мінімального опису буде достатньо, для людини, що недостатньо зрозуміла фреймовий опис, така структура буде додатковим стимулом для активізації та пошукової діяльності.

Отже, текст теми дистанційного курсу (дистанційної лекції) є мережею логічно пов'язаних між собою фреймів – вузлів. Зв'язки – це відношення між фреймами, їхня взаємодія, ієрархія, характеристики тощо.

Що потрібно зробити для того, щоб і дистанційний курс не розширювався понад міру, і інформація подавалась у найбільш повному й доступному для студента вигляді (зокрема й додаткова, розширювальна). З цією метою використовується гіпертекст.

Гіпертекст. Мабуть, головною причиною «вибухового» розвитку інтернету та пов'язаних з ним освітніх технологій стало використання нового інструмента подання матеріалів у мережі – протоколу HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), що забезпечило можливість переходу від одного ресурсу в мережі до іншого незалежно від місця їхнього розташування. Цей протокол співвідноситься з мовою HTML (Hyper Text Markup Language), якою подаються інтернет-ресурси.

Щодо дистанційного навчання, поява протоколу HTTP сприяла різкому розширенню можливостей подання навчального матеріалу та взаємодії в межах навчального процесу. У разі використання гіперпосилань перехід з одного документа або його частини до інших здійснюється за допомогою клацання миші на виділеному фрагменті, до того ж не має значення, де перебуває запитуваний документ – на тому ж сайті чи десь в інформаційному просторі інтернету. Це полегшує орієнтування в освітніх ресурсах будь-якого курсу (або навіть спеціальності), а головне, – поєднує між собою інші ресурси, зокрема й розміщені в мережі особами, що не мають стосунку до цього навчального закладу. Як наслідок, студент отримує можливість, не змінюючи свого місцезнаходження, а тільки переміщуючись за посиланнями, «відвідувати» бібліотеки, підприємства й організації, підбираючи матеріал для відповідей на питання й написання робіт.

Перейти можна до тексту, зображення, звукового файлу тощо. Однак саме тільки посилання не є підставою для безпосереднього доступу до необхідного ресурсу. Щобільше, інформація в тексті посилання може виявитися недостатньою для такого доступу. Посилання – це лише певна вказівка на адресу ресурсу в інтернеті. Якщо, наприклад, розташування документа зміниться або він взагалі буде вилучений із сайту, відповідь на посилання не буде отримана: віднайти документ з його допомогою буде неможливо. Застосування посилання не означає, що розшукувана інформація буде надана будь-кому, хто захоче її використати: можливо, власник сайту, на якому розміщений ресурс, обмежив доступ до нього та забажає підтвердження прав доступу шляхом введення пароля. Це необхідно враховувати, створюючи систему гіперпосилань дистанційного курсу.

Текст, улаштований таким чином, що він перетворюється в систему, ієрархію текстів, одночасно становить єдність і множину текстів, називається гіпертекстом.

У дистанційних курсах використовуються гіперпосилання двох видів:

1. Посилання та переходи, обумовлені структурою курсу. Це перехід до наступної теми, контрольних питань, бібліотеки, до початку курсу тощо. Зазвичай на курсовому сайті для цього передбачені спеціальні кнопки або символи.

2. Змістові гіперпосилання. Фактично, це будь-яке розгалуження і розширення інформаційного поля курсу. Студентові зовсім не обов'язково використовувати таке посилання. З іншого боку, їхнє використання значно підвищує ефективність засвоєння, сприяючи більш глибокому розумінню досліджуваного матеріалу.

Найпоширенішими змістовими гіперпосиланнями є такі:

Термінологічні: відсилають до словників, що більш детально висвітлюють термін (зокрема й різними мовами), його етимологію та/або різні трактування терміна.

Біографічні: відсилають до біографій осіб, згаданих у текстах.

Ілюстративні: відсилають до додаткових прикладів і ілюстрацій (у широкому значенні).

Посилання на джерела: відсилають до літератури. Це аналог звичайних текстових посилань на джерела. До них не належать посилання на бібліотеку курсу, які виконують зовсім інші функції. Посилання на джерела використовуються при цитуванні, уточненні і в інших подібних випадках.

Посилання-коментарі: відсилають до висловлених поглядів, аргументів, коментарів щодо питання, яке розглядається.

Зазначені посилання пов'язують студента з об'єктами, що перебувають поза межами конкретної теми, але можна також застосовувати посилання і в поточному тексті, скеровуючи студента до відповідних місць всередині самого тексту теми – до категорій, термінів, довідкових блоків тощо.

Щодо кількості посилань, питання залишається відкритим. Згадайте, як важко читати текст, перенасичений посиланнями.

Проектування контрольного блоку. Вся контрольна підсистема курсу проектується таким чином, щоб кожна тема була педагогічно та методично завершеною, тобто щоб студент пройшов повний цикл процесу засвоєння – від первинного сприйняття змісту до закріплення та застосування засвоєної інформації на практиці. Це є значною перевагою дистанційної технології щодо традиційної заочної, а надто щодо денної

форми навчання, за якою для більшої частини студентів цикл залишається незавершеним.

Певний контрольні види робіт проводяться за кожною темою. Деякі з них визначаються саме як контрольні: поточні, тематичні й підсумкові контрольні роботи, деякі, виконуючи контрольну функцію, використовуються у дискусіях, кейсах, під час написання письмових робіт тощо.

Поточний контроль. Майже кожна тема супроводжується питаннями або тестами, які допомагають студентові більш повно вивчити матеріал і оцінити ступінь його засвоєння. Кількість поточних контролів не збігається з кількістю тем, тому що частина з них проводиться у формі дискусій та тематичних контролів.

Найбільш розповсюдженими для поточного контролю є такі види робіт:

- тести;
- відкриті запитання;
- різноманітні задачі і завдання, зокрема робота з джерелами.

Відкриті питання (їх зазвичай 3–5) дають змогу студентові сформулювати відповідь. Ці питання стосуються усього змісту теми. Вони частіше використовуються тоді, коли студент повинен продемонструвати як він зрозумів (другий і наступний рівні засвоєння).

Під час застосування поточного контролю обов'язково повинні бути визначені критерії оцінювання відповідей (відкритих питань), наприклад: у відповіді має бути мінімум три пропозиції; вони повинні бути своєчасно подані (як зазначено в інструкції); відповідь має бути повною; відповідь має супроводжуватися прикладами (мінімум один приклад).

Оцінювання тестів більш формалізоване (за співвідношенням кількості правильних і неправильних варіантів).

Рубіжний контроль зазвичай стосується змісту великого розділу (декількох тем) або першої половини курсу. Кількість тем визначається навчальним планом, вид тематичного контролю (як і в разі застосування поточного контролю) визначає викладач за узгодженням з методичною службою ДО. Це може бути тест, контрольний твір-есе, проблемна ситуація, мікропроект.

Контрольний твір-есе – досить ефективний метод контролю, що застосовується не тільки за темою, але і як підсумковий іспит (розбіжності є щодо обсягу й охоплення). Завдання для контрольного твору може бути сформульоване як питання-тема, наприклад: «Чи завжди матрична

організація ефективніша за функціональну?»; Як інструкція тема: «Доведіть, що сучасний менеджмент мультикультурний»; як перелік взаємозалежних питань-тез, які потрібно розкрити. За обсягами тематичний контрольний твір має становити 2–3 сторінки, підсумковий – 6–7. В інструкції повинні бути чітко сформульовані вимоги до твору та критерії його оцінювання (вони подібні до тих, що використовуються під час оцінювання виконання дискусійних завдань).

Проблемна ситуація, використовувана як контрольний вид роботи, зазвичай будується на якомусь певному протиріччі (протилежні думки, логічна непогодженість, непорівнюваність фактів тощо). Студент повинен пояснити, у чому полягає проблема, і вказати шляхи її вирішення. Зрозуміло, що у тексті курсу або підручника саме ця ситуація не повинна розглядатися. Проблемні ситуації можна використати і в підсумковому контролі, але, швидше за все, як частину екзаменаційного завдання, тому що проблемну ситуацію, що охоплює проблематику всього курсу, змодельовати досить складно (це ще залежить від курсу). Обсяг оформлення проблемного завдання – від 2 до 5–6 сторінок (відповідно під час тематичного або підсумкового контролю).

Підсумковий контроль застосовується після закінчення вивчення курсу. Він має стосуватися всього курсу або щонайменше вузлових аспектів курсу. Найпоширеніші види підсумкового контролю в ДО такі:

- тестування;
- контрольний твір-есе;
- комплексний кейс;
- груповий або індивідуальний проект.

Будь-який вид підсумкового контролю не може бути переказом (нехай навіть творчим) текстів лекцій або підручників. Переважаючими під час підсумкового контролю мають бути нетестові види робіт.

Комплексний кейс становить собою набір логічно пов'язаних (подібних одна до одної) ситуацій професійної діяльності, що передбачають аналіз та рішення. Особливо доречні такі завдання під час вивчення курсів, покликаних сформувати у студентів певні навички та уміння у сфері стратегічного, інноваційного, антикризового менеджменту, управління персоналом, процесуально-правових курсів, практичної психології та подібних до них.

Груповий проект відрізняється тим, що комплексне проектне завдання розбивається на 3–5 частин. Кожний виконує свою частину. Далі студенти обмінюються інформацією про те, що і як вони робили, погоджують свої частини, а викладач оцінює їхню роботу. Оскільки

передбачається узгодження та захист робіт, вони оформлюються в межах спеціальної сторінки «Групові проекти».

В рейтинговій системі успішності оцінка за іспит не стосується всього курсу. Якщо визначальним буде не іспит, а поточний контроль, завдання, дискусії та письмові роботи, то оцінка, що отримає студент, буде відповідати ступеню освоєння курсу загалом.

Використання тестів у ДО. Серед технологій дистанційного навчання тестування розроблено найбільш повно. Хоча необхідно зазначити, що у вітчизняній освіті ця технологія розвивається слабо. Дистанційна освіта теж використовується недостатньо, а тестування як форма атестації, розроблено слабо. Проте, використання тестів під час оцінювання знань потрібно використовувати обов'язково.

Слід зазначити, що тести зазвичай містять завдання та шаблони – зразки правильного виконання завдання. Зрозуміло, що шаблон для роботи творчого характеру розробити важко, тому для перевірки знань і вмінь на вищих рівнях засвоєння тести застосовуються вкрай рідко.

У наш час використовуються багато варіантів тестів. Їх можна згрупувати так.

1 група – це тести з відповідями, що обираються:

- тести-впізнання: це завдання, що вимагають альтернативної відповіді: «погоджуюся» або «не погоджуюся», «так» або «ні» тощо;
- тести-розрізнення: містять варіанти відповідей, з яких треба обрати один або декілька;
- тести-співвіднесення: у них пропонується знайти спільне або відмінне в об'єктах, співвідносячи їх за властивостями, параметрами, класами тощо;
- тести-завдання: визначаються умова завдання, необхідні дані та варіанти відповідей у цифровому або буквенному вигляді. Студентові потрібно обрати правильний варіант. Завдання також може бути сформульовано таким чином, що потрібно обрати правильну послідовність дій і операцій або визначити залежність якихось факторів.

Тестові завдання можуть бути запропоновані в різних формах – словесній, графічній, у вигляді таблиць, або символів тощо.

Такі тести спрямовані на перевірку засвоєних знань і, почасти, розуміння матеріалу (тобто відповідають першому рівню засвоєння). Такі тести найчастіше використовуються для поточного контролю, а також для самоконтролю.

2 група тестів не містить шаблонів (варіантів відповідей).

Такі тести використовуються для перевірки розуміння матеріалу, а також деяких умінь, тобто відповідають другому і, частково, третьому рівням засвоєння:

- тести-підстановки: у таких завданнях, що також подають у різних формах, пропущені деякі складники – слова, елементи схем, графіків і тощо. Студент повинен заповнити пропуски;
- конструктивні тести: вони не містять підказок і варіантів відповідей, вимагають від студента самостійного конструювання відповіді: написання формули, формулювання властивостей, операційної послідовності, виконання схеми тощо. Ці тести, зі свого боку, теж розподіляються на два підвиди:
 - Тести-завдання: відмінність від подібного різновиду першої групи полягає в тому, що в цих тестах не пропонуються варіанти відповідей. Спільне ж для них те, що відповідь однозначна, тобто існує шаблон, і оцінка залежить від ступеня відповідності цьому шаблону. У цьому, до речі, відмінність тестів будь-якого виду від звичайних завдань;
 - тести-процеси: вони використовуються для перевірки підготовленості студентів щодо змістового оформлення та послідовності різних процесів (приміром процесу розробки управлінського рішення).

Якщо під час поточного контролю застосовуються зазвичай тести одного типу, то під час тематичного і, особливо, підсумкового – тести різних типів, які комбінуються. Отже, за допомогою підсумкового тесту можна перевірити ступінь засвоєння на всіх рівнях.

Обсяг тестів поточного контролю зазвичай не більше ніж 5–6 питань, тематичного – 10–15, підсумкового – 25–50. Під час визначення кількості питань враховують цілі, обсяг і складність курсу, ступінь його абстракції, складність самих питань.

До тестів і їхньої розробки висуваються певні загальнопедагогічні та дидактичні вимоги, які, як і методика їхньої розробки, достатньо висвітлені у відповідній літературі.

Знову про списування. Для того, щоб унеможливити списування під час проведення тестування, тести потрібно складати таким чином, щоб вони не асоціювалися з текстом лекції або підручника. Інакше кажучи, питання і варіанти відповідей не повинні співпадати з назвами пунктів, параграфів і розділів підручника або лекції. Добре, якщо тести мають ситуативний характер (як доповнення досліджуваних понять щодо прикладів або, навпаки, конкретні приклади або ситуації співвідносяться з

теоретичними положеннями). Ні в якому разі, тести не повинні містити довідкового матеріалу, приміром дат, розмірів тощо.

Про процедуру тестування. Тестування може бути проведене як в очній формі, так і он-лайн: у заздалегідь визначений час студент відвідує контрольну сторінку курсу, де його вже очікує тест із короткою інструкцією он-лайн. Він відповідає на питання, не виходячи з мережі та у режимі реального часу, тобто викладач бачить на моніторі, як студент будує свою відповідь. Оцінка може бути виставлена автоматично (якщо з тесту тільки обираються відповіді або співпадає з шаблоном) чи викладачем (якщо в тесті є питання). Час для відповіді обмежений – питання, на яке вчасно не відповіли, замінюється наступним. Для створення таких тестів використовуються спеціальні засоби, і таке тестування не становить особливих труднощів.

Тестування оф-лайн уможливорює незалежність студента та викладача конкретного моменту часу. Особливо це важливо, якщо вони перебувають в різних годинних поясах. Тести в певний час подаються на сайті, студент виходить із мережі, відповідає на тест і пересилає його результати електронною поштою. Інший варіант: студент відвідує сайт курсу, заповнює відповідні місця тесту і до повного натискання на відповідній кнопці, відсилає результати тесту. Час відповіді зазвичай теж обмежений: скажімо, потрібно надіслати відповідь через годину після отримання. Час отримання та надсилання тесту фіксує програма, тому в такому разі не може бути непорозуміння. До речі, часовий критерій у відповідях на тести вважається дуже важливим і його варто використовувати.

При тестуванні оф-лайн зростає ризик того, що студент буде відповідати не сам або спише відповіді. У такому разі, як уже було зазначено, потрібно використати як методичні, так і виховні технології.

Коротке резюме

Головним завданням методики дистанційного навчання є створення навчального інформаційного середовища, що містить комп'ютерні інформаційні джерела, електронні бібліотеки, відео- й аудіотеки, книги та навчальні посібники. До такого навчального середовища належать як студенти, так і викладачі. Взаємозв'язок між ними здійснюється за допомогою сучасних телекомунікаційних засобів. У такому навчальному середовищі створюються унікальні можливості для тих, кого навчають. Вони можуть отримувати знання як самостійно, так і під керівництвом викладачів.

Під час розроблення навчальних курсів наголошується на необхідності використання таких видів роботи, як самостійна та групова робота студентів, міні-дослідження різного рівня.

Передбачається застосування великої кількості завдань для самостійного опрацювання, а також можливість отримання щоденних консультацій.

Проектування та створення дистанційного курсу – досить складне і відповідальне завдання. Воно передбачає відбір необхідного обсягу матеріалу, визначення його меж відокремлення структурних елементів – фреймів та виходів – гіперпосилань. Проектування технології має на меті насамперед визначення набору навчальних дій, які потрібно виконати студентіві для ефективного засвоєння теми й курсу загалом, а також усього інструментарного комплексу.

Світовий досвід дистанційного навчання свідчить про те, що в разі такої організації навчального процесу взаємодія тих, кого навчають (студентів), і викладачів на індивідуальній основі відбувається набагато частіше та ефективніше, ніж коли застосовуються інші форми.

ДЖЕРЕЛА

1. Акперов И. Г. Общественная оценка качества образования в ЮФО / И. Г. Акперов // Высшее образование в России. – 2009. – № 2. – 29-33 с.
2. Анисимов А. М. Программа повышения квалификации преподавателей в области применения дистанционных технологий образования / А. М. Анисимов, Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Міжнародна науково-практична конференція «Методика навчання природничих дисциплін у вищій та середній школі»(XX Каришинські читання). – Полтава: ПНПУ, – 2013. – С. 14-16.
3. Арефьев А. Международный рынок образовательных услуг и российские вузы / А. Арефьев // Высшее образование в России. – 2008. – № 2. – С. 144-157
4. Бабаєв В. М. Організаційна культура керівника : навч. посіб. / В. М. Бабаєв, Н. В. Шаронова. – Харків. : НТУ “ХПІ”, 2005. – 259 с.
5. Беликов В. А. Профессиональное образование. Методология деятельности / В. А. Беликов, А. С. Валеев и др. – Москва: Владос, 2009. – 334 с.
6. Бобров Л. К. В контексте интернационализации образования / Л. К. Бобров // Высшее образование в России. – 2009. – № 10. – С. 49-56.
7. Бондаренко М. Ф. Инструментарий компараторной идентификации / М. Ф. Бондаренко, Ю. П. Шабанов-Кушнарченко, Н. В. Шаронова // Бионика интеллекта: научн.-техн. журнал. – 2010. – № 2 (73). – С. 74–86.
8. Бондаренко М. Ф. Теория интеллекта / М. Ф. Бондаренко, Ю. П. Шабанов-Кушнарченко. – Харьков: Изд-во СМІТ, – 2007. – 576 с.
9. Бочаров Б. П. Анализ эффективности алгоритма восстановления пропущенных значений временного ряда результатов тестирования знаний / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Системи обробки інформації. – Харків: 2008.– № 3(70).– С. 171-174.
10. Бочаров Б. П. Использование адаптивной модели обучаемого в системе тестирования знаний / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Системи управління, навігації та зв'язку.– Київ: 2008.– № 1(5).– С. 68-70.
11. Бочаров Б. П. Опыт использования дистанционных технологий при подготовке специалистов городского хозяйства / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Коммунальное хозяйство городов.– Київ: «Техніка», 2008, № 81.– С. 409-413.
12. Бочаров Б. П. Формирование актуального множества вопросов в системе тестирования знаний / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил.– Харків: 2008.– № 2(17).– С. 160-163.

13. Бочаров Б. П. AWK – универсальная программа работы с текстовыми файлами / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2002. – № 4. – С. 39-53.
14. Бочаров Б. П. UNICODE и формат MARC / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2007. – № 23. – С. 48-63.
15. Бочаров Б. П. Автоматизация подготовки тестов в системе Moodle. Тези доповідей II міжнародної НПК «Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії» / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Системи обробки інформації. – Харків: 2010. – Випуск 7(88). – С. 242.
16. Бочаров Б. П. Автоматизированная картотека книгообеспеченности (окончание) / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2012. – № 45. – С. 50-63.
17. Бочаров Б. П. Автоматизированная картотека книгообеспеченности (продолжение) / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2010. – № 35. – С. 30-60.
18. Бочаров Б. П. Автоматизированная картотека книгообеспеченности (продолжение) / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2010. – № 36. – С. 31-60.
19. Бочаров Б. П. Автоматизированная картотека книгообеспеченности (продолжение) / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2010. – № 37. – С. 53-60.
20. Бочаров Б. П. Автоматизированная картотека книгообеспеченности (продолжение) / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2011. – № 39. – С. 2-59.
21. Бочаров Б. П. Автоматизированная картотека книгообеспеченности / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Культура народов Причерноморья. – Симферополь: Межвузовский центр "Крым", 2003. – № 40. – С. 81-88.
22. Бочаров Б. П. Автоматизированная картотека обеспеченности учебной литературой / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2002. – № 2. – С. 41-63.
23. Бочаров Б. П. Алгоритмы обработки картографической информации в INTERNET / Б. П. Бочаров // Материалы XXX научно-технической конференции преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской государственной академии городского хозяйства. – Харьков, 2000. – С. 56-57.
24. Бочаров Б. П. Алгоритмы расчета книгообеспеченности (исходные тексты программы). Модуль ServRes.pas / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2009. – № 29. – С. 49-72.
25. Бочаров Б. П. Алгоритмы расчета книгообеспеченности (окончание) / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2009. – № 30. – С. 42-64.
26. Бочаров Б. П. Алгоритмы расчета книгообеспеченности / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2008. – № 27. – С. 58-64.

27. Бочаров Б. П. База данных трехмерных моделей в GOOGLE EARTH / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Перша всеукраїнська науково-практична конференція «MoodleMoot Ukraine 2013. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle». – Київ: КНУБА, 2013. – С. 9.
28. Бочаров Б. П. Базы данных MOODLE / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Информационные технологии в образовании (электронное приложение к журналу «Библиотеки учебных заведений»). – Москва: 2013. – № 1, – С. 1-93.
29. Бочаров Б. П. Базы данных общего назначения в картотеке книгообеспеченности учебного процесса / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2008. – № 27. – С. 38-57.
30. Бочаров Б. П. Библиотеки и новые технологии образования / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2010. – № 37. – С. 47-52.
31. Бочаров Б. П. Внедрение дистанционных технологий в учебный процесс бакалавров по специальности «Экология и охрана окружающей среды» / Б. П. Бочаров, И. Н. Рябченко // Всеукраїнська науково-методична конференція «Стратегія посилення самостійної роботи студентів у контексті приєднання України до Болонського процесу». – Харків: ХНАМГ, 2004. – С. 199-200.
32. Бочаров Б. П. Глобальная корректировка БД с использованием программы AWK / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2003. – № 7. – С. 37-59.
33. Бочаров Б. П. Глобальная корректировка БД с использованием программы AWK / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина, Л. П. Семененко // Культура народов Причерноморья. – Симферополь: Межвузовский центр "Крым", 2003. – № 40. – С. 78-81.
34. Бочаров Б. П. Интерактивная система поддержки принятия решений при управлении библиотекой / Б. П. Бочаров // Вестник национального технического университета ХПИ. – 2005. – № 41. – С. 87-92.
35. Бочаров Б. П. Информационные технологии в современной библиотеке / Б. П. Бочаров // XXXII научно-техническая конференция преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской национальной академии городского хозяйства. – Харьков, 2004. – С. 70-71.
36. Бочаров Б. П. Информационные технологии решения задач управления топливообеспечением города / Б. П. Бочаров, В. В. Гайдук, В. Д. Гребенник // Городская научно-практическая конференция по вопросам перспектив развития г. Харькова "Харьков–XXI век". – Харьков, 1993. – С. 93-94.

37. Бочаров Б. П. Использование геоинформационных технологий Google в профорientационной работе / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Международная научно-практическая конференция «Современные аспекты воспитания студенческой молодежи». – Харьков: ХНАГХ. – 2012. – С. 25-26.
38. Бочаров Б. П. Использование технологий автоматизации библиотечных процессов в системах дистанционного образования (окончание) / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2012. – № 45. – С. 39-49.
39. Бочаров Б. П. Использование технологий автоматизации библиотечных процессов в системах дистанционного образования / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2011. – № 40. – С. 3-63.
40. Бочаров Б. П. Использование трехмерного моделирования и геоинформационных технологий Google в учебном процессе / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина, И. Л. Яковицкий // Електронні засоби та дистанційні технології для навчання протягом життя: тези доповідей VIII Міжнародної науково-методичної конференції – Суми : СумДУ, 2012. – С. 62-63.
41. Бочаров Б. П. Исследование процедур прогнозирования и распределения ресурса в рамках региона / Б. П. Бочаров, В. Д. Гребенник // Материалы II Всесоюзной конференции «Прикладные проблемы управления макросистемами» – Москва, 1987.– С. 131-133.
42. Бочаров Б. П. Как измерить работу библиотеки? / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2005. – № 14. – С. 24-32.
43. Бочаров Б. П. Математическая модель распределения учебной литературы / Б. П. Бочаров // Радиоэлектроника и информатика.– 2005.– № 2.–С. 100-105.
44. Бочаров Б. П. Математическая модель эффективности использования фонда учебной литературы / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2006. – № 19 . – С. 3-17.
45. Бочаров Б. П. Математическая постановка задачи поддержки принятия решений при управлении библиотекой / Б. П. Бочаров // XXXIII научно-техническая конференция преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской национальной академии городского хозяйства. – Харьков, 2006. – С. 160-161.
46. Бочаров Б. П. Метод наименьших квадратов в нормировании библиотечных процессов / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2010. – № 33. – С. 50-60.
47. Бочаров Б. П. Методическое обеспечение проекта «3D МОДЕЛИ В GOOGLE EARTH» / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина, И. Л. Яковицкий // Перша всеукраїнська науково-практична конференція «MoodleMoot Ukraine 2013. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle». – Київ: КНУБА, 2013. – С. 10.

48. Бочаров Б. П. Модель отеля Bella Vista (Египет, Хургада) / Б. П. Бочаров // Информационные технологии в образовании (электронное приложение к журналу «Библиотеки учебных заведений»). – Москва: 2013. – № 2, – С. 1.
49. Бочаров Б. П. Модель принятия решений при управлении распределенной автоматизированной обучающей системой / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина, Ю. В. Левиков // Системи обробки інформації. – Харків: 2012. – Випуск 7(88). – С. 297-299.
50. Бочаров Б. П. Обработка статистической информации в MOODLE / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина, Ю. В. Левиков // Перша всеукраїнська науково-практична конференція «MoodleMoot Ukraine 2013. Теорія і практика використання системи управління навчанням Moodle». – Київ: КНУБА, 2013. – С. 40.
51. Бочаров Б. П. Определение рациональной стратегии автоматизированного управления современной библиотекой ВУЗа / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Культура народов Причерноморья. – Симферополь: Межвузовский центр "Крым", 2006. – № 94 – С. 39-51.
52. Бочаров Б. П. Определения реальной обеспеченности учебного процесса дистанционными курсами / Б. П. Бочаров // Международная научно-практическая конференция «Математическое моделирование, оптимизация и управление в инженерных сетях». – Харьков: ХНАГХ. – 2011. – С. 78-79.
53. Бочаров Б. П. Оптимизация использования автоматизированной картотеки книгообеспеченности / Б. П. Бочаров, М. В. Ерахторин // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2003. – № 8. – С. 46-59.
54. Бочаров Б. П. Опыт моделирования процессов топливообеспечения Ленинграда. // Материалы XXV научно-технической конференции преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковского института инженеров городского хозяйства. – Харьков, 1990. – С. 125.
55. Бочаров Б. П. Особенности прогнозирования процессов потребления в АСУ ТП региона / Б. П. Бочаров, В. Д. Гребенник // Материалы III Всесоюзной конференции «Перспективы и опыт внедрения статистических методов в АСУ ТП». – Тула, 1987. – С. 188-189.
56. Бочаров Б. П. Особливості формування фонду електронної бібліотеки ВНЗ / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воєводіна, І. Н. Рябченко // Вісник книжкової палати. – Київ: 2006. – № 12. – С. 37-39.
57. Бочаров Б. П. Применение интернет-технологий в управлении системами городского хозяйства / Б. П. Бочаров, Л. Ю. Донец, Н. Ю. Карпенко // Научно-технический сборник «Коммунальное хозяйство городов». – Киев: Техника, 2002. – Выпуск 41. – С. 43-46.
58. Бочаров Б. П. Применение статистических методов при формировании векторного критерия оценки качества управления современной библиотекой / Б. П. Бочаров, И. Н. Рябченко // Вісник книжкової палати. – Київ: 2005. – № 4. – С. 24-27.

59. Бочаров Б. П. Прогнозирование процессов топливопотребления при управлении ГГРС с учетом активности управляющих звеньев / Б. П. Бочаров, В. Д. Гребенник // Методы анализа и оптимального синтеза трубопроводных систем.– Иркутск: СЭИ СО АН СССР, 1991. – С. 199-204.
60. Бочаров Б. П. Программная реализация интерактивной системы поддержки принятия решений при управлении библиотекой / Б. П. Бочаров // XXXIV научно-техническая конференция преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской национальной академии городского хозяйства.– Харьков, 2008. – С. 171-172.
61. Бочаров Б. П. Программное обеспечение АРМ диспетчера в системе топливообеспечения крупного города / Б. П. Бочаров, В. В. Гайдук, В. Д. Гребенник // Всесоюзная конференция "Проблемы создания автоматизированных рабочих мест и учреждений сетей в городском хозяйстве".– М., 1988.– С. 116-117.
62. Бочаров Б. П. Разработка системы тестирования знаний с экспертом-тьютором и опыт ее внедрения в учебный процесс / Б. П. Бочаров, М. Ю., Воеводина, И. Н. Рябченко // Болонський процес: модернізація системи вищої освіти України: Матеріали VI Міжнародної наукової конференції „Модернізація системи вищої освіти відповідно до Програми розвитку освіти в Україні на 2005-2010 роки”. – Судак, 2007.– С. 110-118.
63. Бочаров Б. П. Расчет и использование коэффициента книгообеспеченности учебной литературой / Б. П. Бочаров, М. В. Ерахторин // Книгообеспеченность учебного процесса. Концепции. Подходы. Методика расчета. – Москва: 2009. – С. 2-21.
64. Бочаров Б. П. Сервисные функции общего назначения в картотеке книгообеспеченности учебного процесса / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2008. – № 26. – С.37-67.
65. Бочаров Б. П. Система поддержки принятия решений при управлении распределенной автоматизированной обучающей системой / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина, Ю. В. Левигов // Збірник наукових праць Харківського національного автомобільно-дорожного університету (по матеріалам міжвузівської науково-методичної конференції з міжнародною участю «Принципи інтеграції кредитно-модульної та мультимедійних технологій навчання в умовах входження вищої школи України в європейський освітній простір»). – Харків: 2009. – С. 191-192.
66. Бочаров Б. П. Система тестирования знаний в INTERNET / Б. П. Бочаров, И. Н. Рябченко, Н. Ю. Карпенко // Вестник Херсонского государственного университета.– Херсон, 2004. – С. 199-201.

67. Бочаров Б. П. Содержательная постановка задачи определения обеспеченностью учебной литературой / Б. П. Бочаров // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2005. – № 3. – С. 21-24.
68. Бочаров Б. П. Социальный конструктивизм – новая парадигма обучения в XXI веке / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // III Всеукраинская научно-практическая конференция «Современные аспекты воспитания студенческой молодежи». – Харків: ХНАГХ. – 2011. – С. 106-107.
69. Бочаров Б. П. Спецификация проектов картотеки книгообеспеченности / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2009. – № 31. – С. 45-50.
70. Бочаров Б. П. Статистический анализ информации в системе Moodle / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина, Ю. В. Левиков // Проблеми теорії та практики дистанційної освіти в Україні. Матеріали міжвузівської конференції. – Харків: Харк. нац. ун-т будів. та архіт., 2012. С. 31-35.
71. Бочаров Б. П. Статистический анализ пропускной способности INTERNET / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2007. – № 24. – С. 49-62.
72. Бочаров Б. П. Технология конвертации информации с использованием программы АWK Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина, Н. И. Гомза // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2006. – № 20. – С. 27-46.
73. Бочаров Б. П. Трёхмерные модели в Google Earth / Б. П. Бочаров // XXXVI научно-техническая конференция преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской национальной академии городского хозяйства. – Харків: ХНАГХ. – 2012. – С. 172-173.
74. Бочаров Б. П. Университетская библиотека как информационная подсистема дистанционного образования / Б. П. Бочаров // Культура народов Причерноморья. – Симферополь: Межвузовский центр "Крым", 2007. – № 100 – Т.2. – С. 39-51.
75. Бочаров Б.П. Формирование векторного критерия оценки качества автоматизированного управления современной библиотекой / Б. П. Бочаров // Культура народов Причерноморья. – Симферополь: Межвузовский центр "Крым", 2005. – № 60. – Т.1. – С. 31-35.
76. Бочаров Б. П. Формирование множества вопросов для тестирования в системе Moodle / Б. П. Бочаров // XXXV научно-техническая конференция преподавателей, аспирантов и сотрудников Харьковской национальной академии городского хозяйства. – Харьков, 2010. – С. 66-67.
77. Бочаров Б. П. Формирование множества критериев, адекватно характеризующих процедуру автоматизированного управления современной библиотекой вуза / Б. П. Бочаров, И. Н. Рябченко // Вісник книжкової палати. – Київ: 2004. – № 11. – С. 26-29.

78. Бочаров Б. П. Формирование отчетов в картотеке книгообеспеченности / Б. П. Бочаров // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2009. – № 31. – С. 51-68.
79. Бочаров Б. П. Формирование отчетов в электронных каталогах / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина // Библиотеки учебных заведений. – Москва: 2003. – № 10. – С. 41-61.
80. Бочаров Б. П. Эффективность гарантирующих стратегий при управлении процессами топливообеспечения региона / Б. П. Бочаров, В. В. Гайдук, В. Д. Гребенник // XI Всесоюзная школа-семинар "Управление большими системами". – Вильнюс, 1988. – С. 24-25.
81. Бочаров Б. П. Проект «3D MODELS IN GOOGLR EARTH». Итоги первого года / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина, И. Л. Яковицкий // Международная научно-практическая конференция «Современные аспекты воспитания студенческой молодежи». – Харків: ХНАГХ. – 2013. – С. 26-27.
82. Бочаров Б. П., Картотека книгозабезпеченості в системі автоматизованого керування сучасною університетською бібліотекою / Б. П. Бочаров, М. Ю., Воеводина, І. Н. Рябченко // Вісник книжкової палати. – Київ: 2005. – № 3. – С. 27-30.
83. Булкин, В. И. Математические модели знаний и их реализация с помощью алгебропредикатных структур: монография // В. И. Булкин, Н. В. Шаронова. – Донецк: 2010. – 304 с.
84. Бурнаев Е. В. Меры близости на основе вейвлет коэффициентов для сравнения статистических и расчетных временных рядов / Е. В. Бурнаев, Н. Н. Оленев // Труды XLVIII научной конференции МФТИ. Часть VII. – Москва: МФТИ, 2005. – С. 108-110.
85. Бурнаев Е. В. Модель функционального состояния участников лабораторных рынков / Е. В. Бурнаев, И. С. Меньшиков // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2009. – № 6. – С. 187-204.
86. Воеводина М. Ю. Алгоритм принятия решений при управлении распределенной автоматизированной обучающей системой / М. Ю. Воеводина // Тезисы доклада на XXV научно-технической конференции ХНАГХ, 2010. – С. 161-162.
87. Воеводина М. Ю. Задачи библиотек ВУЗов в организации дистанционного обучения / М.Ю. Воеводина // Тезисы доклада на XXIII научно-технической конференции ХНАГХ, 2006. – С.165-166.
88. Воеводина М. Ю. Исследование эффективности обучающих воздействий / М. Ю. Воеводина // Тезисы доклада на XXIV научно-технической конференции ХНАГХ, 2008. – С. 140-141.
89. Воеводина М. Ю. К вопросу об определении эффективности обучающих воздействий / М. Ю. Воеводина // Системи обробки інформації. – Харків: 2007. – № 2(60). – С. 153-158.

90. Воеводина М. Ю. Об одном из аспектов применения э-метрик в дистанционном образовании / М. Ю. Воеводина // Збірник наукових праць Харківського університету повітряних сил.– Харків: 2007.– № 1(13).– С. 129-132.
91. Воеводина М. Ю. Обработка специфических баз данных на примере автоматизации библиотечных процессов / М.Ю. Воеводина // Тезисы доклада на XXII научно-технической конференции ХНАГХ, 2004. – С. 71-72.
92. Воеводина М. Ю. Образовательные системы нового поколения ELEARNING 2.0 – новые возможности / М. Ю. Воеводина // Тезисы доклада на XXVI научно-технической конференции ХНАГХ, 2012. – С. 195-196.
93. Воеводина М. Ю. Определение эффективности использования фонда гибридной библиотеки с помощью сингулярного спектрального анализа / М. Ю. Воеводина // Системи управління, навігації та зв'язку. – Київ: 2009.– № 1(9).– С. 80-83.
94. Воеводина М. Ю. Технология обработки информации в системе MOODLE / М. Ю. Воеводина // Международная научно-практическая конференция «Математическое моделирование, оптимизация и управление потокораспределением в инженерных сетях» Харьков: – 2011. – С. 73-74.
95. Воройский Ф. С. Информатика. Новый систематизированный толковый словарь-справочник (Вводный курс по информатике и вычислительной технике в терминах) / Воройский Ф. С. – 2-ое изд., перераб. и доп. – Москва: Либерия, 2001. – 536 с.
96. Воройский Ф. С. Информационные ресурсы корпоративной сети московских библиотек: создание, развитие и использование / Ф. С. Воройский // Научные и технические библиотеки. – 2004. – № 3. – С. 35-55.
97. Воройский Ф. С. Основы проектирования автоматизированных библиотечно-информационных систем / Ф. С. Воройский. – М.: ГПНТБ России, 2002. – 389 с.
98. Голяндина Н. Э. Метод Гусеница – SSA: Анализ временных рядов / Н. Э. Голяндина. – СПб: 2004. – 76 с.
99. Голяндина Н. Э. Варианты метода «Гусеница»-SSA для анализа многомерных временных рядов / Н. Э. Голяндина, В. В. Некруткин, Д. В. Степанов // Труды II Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO'03, Москва, 29-31 января 2003. М.: Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. 2003. С. 2139-2168.
100. Голяндина Н. Э. Метод "Гусеница"-SSA для анализа временных рядов с пропусками / Н. Э. Голяндина, Е. А. Осипов // Математические модели. Теория и приложения.– СПб: изд-во НИИХ, 2005. – С. 24-28.

101. ГОСТ Р 52614.2-2006 – «Системы менеджмента качества. Руководящие указания по применению ГОСТ Р ИСО 9001:2001 в сфере образования» [<http://www.gosthelp.ru/gost/gost1208.html>]
102. Дистанционное обучение и библиотеки ВУЗов / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина, Л. Ю. Донец, И. Н. Рябченко // 8-я международная конференция Украинской ассоциации дистанционного образования. – Харьков-Ялта: УАДО, 2004. – С. 59-63.
103. ДСТУ ISO 9001:2009. Система управління якістю. Вимоги [http://www.gereho.dp.ua/index/info_dstu_iso_9001-2009.html]
104. Журавлева И. И. Интеллектуальные обучающие системы в дистанционном образовании / И. И. Журавлева. // Материалы конференции "Информационные технологии в образовании", 2011. [<http://www.bitpro.ru>]
105. Иоакимидис М. Дистанционное или традиционное вузовское образование: сопоставление стоимости и качества обучения / М. Иоакимидис // Экономика образования. – 2009. – № 2. – С. 96-100. – (Зарубежные исследования).
106. Иродов, М. И. Создание системы управления качеством подготовки специалистов в вузе / М. И. Иродов, С. В. Разумов // Унив. упр.: практика и анализ. – 2003. – № 2. – С. 90-95. – (Конф. ЮНЕСКО).
107. Колесов В. Рынок образовательных услуг и ценности образования (Между ВТО и Болонским процессом) // Высшее образование в России. – 2006. – № 2. – С. 3-8.
108. Коммюнике Всемирной конференции по высшему образованию: Новая динамика высшего образования и научных исследований для изменения и развития общества (ЮНЕСКО, Париж, 5–8 июля 2009 года) // Высшее образование в России. – 2009. – № 11. – С. 41-48.
109. Костенко, К. И. Моделирование информационной системы оценки качества образования / К. И. Костенко, С. Д. Некрасов // Унив. упр.: практика и анализ. – 2003. – № 3. – С. 77-83. – Библиогр.: С. 83.
110. Липкина Е. Д. Конкурентоспособность вузов на современном рынке образовательных услуг: Монография / Е. Д. Липкина – Омск: Изд-во ОмГПУ, 2006. – 136 с.
111. Метешкин К. А. Кибернетическая педагогика. Лингвистические технологии в системах с интегрированным интеллектом / К. А. Метешкин. – Харьков: Междунар. Славянский университет, 2006. – 239 с.
112. Методы и средства принятия решений в социально-экономических и технических системах: учебное пособие / Э. Г. Петров, М. В. Новожилова, И. В. Гребенник, Н. А. Соколова.; Под общ. ред. Э. Г. Петрова. – Херсон: ОЛДІ-плюс, 2003. – 380 с.

113. Михайлова Т. А. Проблемы интеграции России в мировое образовательное пространство : доступность и качество образования в России и Германии : сравнительные аспекты / Т. А. Михайлова // *Alma mater*. – 2009. – № 3. – С. 67-72. – Библиогр. в конце ст.
114. Опыт использования системы тестирования знаний в internet. / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина, Л. Ю. Донец, И. Н. Рябченко // 7-я международная конференция Украинской ассоциации дистанционного образования. – Харьков-Ялта: УАДО, 2003. – С. 308-311.
115. Оре О. Графы и их применение / О. Оре. – М.: Мир, 1965. – 174 с.
116. Петров Э. Г. Феноменологический анализ эволюционного развития мировой социально-экономической системы / Э. Г. Петров // *Фундаментальные науки: вестник ХНТУ*. – № 2(38). – 2010. – С. 7-10.
117. Подопригора М. Г. Современные тенденции развития рынка образовательных услуг / М. Г. Подопригора // *Креативная экономика*. – Москва: ООО Изд-во «Креативная экономика», 2010. – № 7. – С. 67-71.
118. Полл Р. Измерение качества работы. Международное руководство по измерению эффективности работы университетских и других научных библиотек. / Р. Полл, П. Бокхорст; Пер. с англ. Н. В. Соколовой; Под. ред. О. Ю. Устинова. – М.: Логос, 2002. – 152 с.
119. Применение internet-технологий в дистанционном обучении на примере системы тестирования знаний / Б. П. Бочаров, М. Ю. Воеводина, Л. Ю. Донец, И. Н. Рябченко // 6-я международная конференция Украинской ассоциации дистанционного образования. – Харьков-Ялта: УАДО, 2002. – С. 380-382.
120. Приобретение знаний: Пер. с япон. / Под ред. С. Осуги, Ю. Сазки. – М.: Мир, 1990. – 304 с.
121. Рудинский И. Д. Принципы интеллектуального автоматизированного тестирования знаний / И. Д. Рудинский. // *Материалы конференции "Информационные технологии в образовании"*, 2011. [<http://www.bitpro.ru/>]
122. Соколов Е. Н. Некоторые вопросы изучения памяти / Е. Н. Соколов // *Сов. Педагогика*. – 1954 – № 5 – С. 64-77
123. Трахтенгерц Э. А. Генерация, оценка и выбор сценария в системах поддержки принятия решений / Э. А. Трахтенгерц // *АиТ*. – 1997. – № 3. – С. 167-178.
124. Трахтенгерц Э. А. Компьютерная поддержка переговоров при согласовании управленческих решений / Э. А. Трахтенгерц. – М.: СИНТЕГ, 2003. – 272 с.
125. Трахтенгерц Э. А. Компьютерная поддержка принятия решений / Э. А. Трахтенгерц – М.: СИНТЕГ, 1998. – 376 с.

126. Трахтенгерц Э. А. Компьютерный анализ в динамике принятия решений / Э. А. Трахтенгерц // Приборы и системы управления. – 1997. – № 1. – С. 49-56.
127. Трахтенгерц Э. А. Методы генерации, оценки и согласования в распределенных системах поддержки принятия решений / Э. А. Трахтенгерц // АиТ. – 1995. – № 4. – С. 3-52.
128. Трахтенгерц Э. А. Субъективность в компьютерной поддержке управленческих решений / Э. А. Трахтенгерц. – М.: СИНТЕГ, 2001. – 250 с.
129. Управление качеством образования: практикоориентированная монография и методическое пособие / под. ред. М. М. Поташника. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Педагогическое общество России, 2006. – 448 с.
130. Управление устойчивым развитием предприятий / Э. Г. Петров, Н. В. Подмогильный, Н. А. Соколова, В. Е. Ходаков. – Херсон: «Олді-плюс», 2009. – 558 с.
131. Федоров Н. В. Диалоговая система диспетчерского управления водопроводной сетью / Н. В. Федоров, Н. В. Гринчак, М. Ю. Воеводина // Тезисы доклада на III республиканской конференции «Методологические и прикладные аспекты систем автоматизированного проектирования», 1987. – С. 56-57.
132. Феллер В. Введение в теорию вероятностей ее приложения / В. Феллер. – М: Мир, 1967. – 752 с.
133. Шаронова Н. В. Автоматизированные информационные библиотечные системы задачи обработки информации / Н. В. Шаронова, Н. Ф. Хайрова. – Кривой Рог: 2003. – 120 с.
134. Шаронова Н. В. Модель извлечения глубинных знаний для систем организационного управления / Н. В. Шаронова, В. А. Тарловский, Н. Ф. Хайрова // Информационные технологии: вестник ХНТУ. – № 2(38). – 2010. – С. 97-102
135. Шрайберг Я. Л. Библиотеки и университеты в электронно-информационной среде: первые шаги на пути от информационного общества к обществу знаний / Я. Л. Шрайберг // Библиотеки и информационные ресурсы в современном мире науки, культуры, образования и бизнеса: Материалы конф. «Крым-2005». – М.: ГПНТБ России. – 2005. – Т. 1.
136. Шрайберг Я. Л. Основные положения и принципы разработки Автоматизированных библиотечно-информационных систем и сетей. – М.: ГПНТБ России, 2000. – 130с.
137. Шрайберг Я. Л. Первое десятилетие информационного века: влияние информационно-электронной среды на роль и позицию библиотек в развивающемся обществе / Я. Л. Шрайберг // Научные и технические библиотеки. – 2011. – № . 001. – С. 7-63.

138. Шрайберг Я. Л. Электронная информация, библиотеки и общество: что нам ждать от нового десятилетия информационного века / Я. Л. Шрайберг // Научные и технические библиотеки. – 2012. – № 1. – С. 11-62.
139. Шрайберг Я. Л. Автоматизированные библиотечно – информационные системы России: состояние, выбор, внедрение, развитие / Я. Л. Шрайберг, Ф. Воройский. – Москва: Либерея, ГПНТБ России, 1996. – 273 с.
140. Шрайберг Я. Л. Основные положения и принципы разработки автоматизированных библиотечно-информационных систем и сетей: главные тенденции окружения, основные положения и предпосылки, базовые принципы / Я. Л. Шрайберг. – Москва: Либерея, 2001. – 100 с.
141. Э. Уайт. Статистические методы работы с электронными документами в библиотечной сфере, или Э-метрики / Э. Уайт, Э. Д. Камаль. – Москва: Омега-Л, 2006, 395 с.
142. Юдин Д. Б. Вычислительные методы многокритериальной оптимизации /Д. Б. Юдин // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. – 1985. – № 1. – С. 3-16.
143. Юдин Д. Б. Вычислительные методы теории принятия решений / Д. Б. Юдин – Москва: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 317 с.
144. Юдин Д. Б. Математическое программирование в порядковых шкалах /Д. Б. Юдин // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. – 1982. – № 1. – С. 34-41.
145. Юдин Д. Б. Обобщенное математическое программирование в порядковых шкалах /Д. Б. Юдин // Экономика и математические методы. – 1984. – Т.20, Вып. 1. – С. 148-167.
146. Bocharov B. Decision support system for the management of distributed automated teaching system / B. Bocharov, M. Voevodina, Y. Levikov // Материалы научно-технической конференции «Информационные системы и технологии». – Харьков: 2012. – С. 14.
147. Camacho E. A model predictive control in the process industry / E. Camacho, C. Bordons. – Berlin: Springer-Verlag, 1995.
148. Compact distributed data structures for adaptive routing. / Averbuch, A. Bar-Noy, N. Linial, D. Peleg // Proc. 21st ACM Sympos. Theory of Computing, 1989, P. 479-489
149. Dewey J. How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educational process. Boston etc., 1933
150. Golyandina N. Analysis of Time Series Structure: SSA and Related Techniques / N. Golyandina, V. Nekrutkin, A. Zhigljavsky. – London: Chapman & Hall/CRC, 2001. 305 p.
151. Hwang C. L. Group decision making under multiple criteria / C. L. Hwang, V. J. Lin // Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems. – 1987. – vol. 28.

152. International Standards Organisation ISO 11620 Information and Documentation – Library Performance Indicators Draft. ISO/FDI1620 [Electronic source]. – 1997.
153. ISO 29990:2010. Learning services for non-formal education and training. Basic requirements for service providers [http://www.iso.org/iso/ru/catalogue_detail?csnumber=53392]
154. ISO/IWA 2 «Quality management systems. Guidelines for the application of ISO 9001:2000 in education» [http://www.iso.org/iso/ru/catalogue_detail?csnumber=42356]
155. Joint Funding Councils' Ad-hoc Group on Performance Indicators for Libraries The Effective Academic Library: A Framework for Evaluating the Performance of UK Academic Libraries.– Bristol: HEFCE Publications, 1995.
156. Output Measures for Public Libraries: A Manual of Standardized Procedures. / N. Van House, M. Lynch, C. McClure, D. Zweizig, E. Rodger. – Second edition. – Chicago: American Library Association, 1987.
157. Жарких, Ю. С. Комп'ютерні технології в освіті. / Ю. С. Жарких, С. В. Лисоченко, Б. Б. Сусь, О. В. Третьак. – Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. – 239 с.

Наукове видання

БОЧАРОВ Борис Петрович
ВОЄВОДИНА Марія Юріївна

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

МОНОГРАФІЯ

Відповідальний за випуск *М. Ю. Воєводіна*

Редактор *О. А. Норик*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосождарова*

Дизайн обкладинки *Т. Є. Ключко*

Підп. до друку 11.12.2013 р.
Друк на різнографі
Тираж 300 пр.

Формат 60x84/16
Ум. друк арк. 11,6
Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4705 від 28.03.2014 р.